Ueber die Ernährung

der

Agrikultur-Pflanzen.

Eine Beleuchtung der fünfzig Thesen des Freiherrn Justus von Liebig von landwirthschaftlicher Seite

durch

Gustav Walz

Direktor der land- und forstwirthschaftlichen Akademie in Hohenheim.

Stuttgart.

J. G. Cotta'scher Verlag.

1857.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

Vorwort.

Dem Publikum übergebe ich hiemit meine Ansichten über die landwirthschaftlichen Streitfragen des Tages als Landwirth.

Dem Landwirth ist es bei seinem praktischen Berufe nicht möglich, sich in der Literatur der Naturwissenschaften auf dem Laufenden zu erhalten, ist es ihm ja nur selten in der landwirthschaftlichen Literatur vergönnt; und so kann manche meiner Ansichten von Seiten der Naturwissenschaften ohne mein Wissen irgendwo schon im Voraus ihre Berichtigung gefunden haben. Zur Erörterung derartiger Fragen müssen aber die Landwirthe selbst auch ihren Beitrag liefern, und sie haben Zeit und Gelegenheit genug, die Natur zu beobachten, deßhalb vergleiche ich auch hier mit dem von der Naturwissenschaft Gegebenen hauptsächlich das, was ich selbst beobachtet habe, und suche es nur zu erklären, so weit meine wenigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse reichen. Ich prüfe die uns gebotene Theorie als Landwirth und suche sie auf die Praxis anzuwenden, und bin denjenigen dankbar, welche sich um die Begründung und Erweiterung der landwirthschaftlichen Theorie bemühen, denn es ist für den denkenden Mann immer erfreulich, wenn er nicht immer bloß der nackten Erfahrung folgen muß,

sondern für diese auch Gründe kennt, er zieht daraus Nutzen, weil er aus ihren Gründen die Erfahrungen richtiger anzuwenden lernt.

Ich habe mich wo möglich immer an die Sache gehalten, denn Persönlichkeiten können weder das lesende Publikum interessiren, noch die Wissenschaft fördern, und mir ist es nur um das Letztere zu thun.

Hohenheim, den 1. Januar 1857.

Walz.

Inhalt.

I.

Die fünfzig Thesen des Freiherrn von Liebig.

Der Freiherr von Liebig hat in der Zeitschrift für deutsche Landwirthe und in einem eigenen Werke unter dem Titel „Grundsätze der Agrikulturchemie mit Rücksicht auf die in England angestellten Untersuchungen," worin er gegen diese Untersuchungen zu Felde zieht, unter anderem „zur näheren Beurtheilung über die Anwendung der Chemie auf die Landwirthschaft, seine Ansichten, sowie sie aus seinem Buche („die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie") sich folgern lassen, in fünfzig kurzen Sätzen vorausgeschickt." Diese fünfzig Sätze handeln von der Statik des Ackerbaues, einem an sich schon wichtigen Gegenstande, der noch so vieler Aufklärung und Forschung bedarf; aus ihnen können Folgerungen gezogen werden, die für die Theorie und Praxis der Landwirthschaft von höchster Wichtigkeit sind. Der unbefangene Leser befreundet sich mit dem Inhalt dieser Sätze, deren einer aus dem andern in schöner Reihenfolge hervorgeht, sehr leicht und so ging es auch mir, als ich sie erstmals in der Zeitschrift für deutsche Landwirthe las. Nun hat aber der Gegenstand dieser Sätze und der sie enthaltende Aufsatz verschiedene agrikulturchemische Streitschriften hervorgerufen, deren (bis jetzt) letzte unter dem Titel „Ueber Theorie und Praxis in der Landwirthschaft" von Freiherrn von Liebig erschienen ist. Nach Durchlesung dieser letztern Schrift fand ich mich veranlaßt, die fünfzig Sätze

wiederholt zu lesen, weil der große Chemiker in denselben seine Ansichten über die Principien der Statik des Ackerbaues in nuce niedergelegt hat, und bei diesem wiederholten Lesen tauchten verschiedene Zweifel in mir auf, die ich mir, weil dieser Gegenstand noch lange nicht erörtert ist, und weil sich aus diesen Fundamentalsätzen so gewichtige Folgerungen ergeben, als die Ansichten eines Landwirths der Oeffentlichkeit zu übergeben erlaube.

Herr von Liebig schickt seinen fünfzig Thesen folgende Einleitung voraus: „Dem Wachsen einer Pflanze geht voraus der Keim, ein Samenkorn; die Landpflanze bedarf einen Boden; ohne die Atmosphäre, ohne Feuchtigkeit wächst die Pflanze nicht. Die Worte Boden, Atmosphäre und Feuchtigkeit sind nicht Bedingungen an sich, es gibt Kalk-, Thon-, Sandboden, Boden aus Granit, aus Gneis, aus Thonschiefer, aus Glimmerschiefer entstanden, ganz verschieden in ihrer Beschaffenheit und Mischung. Das Wort Boden ist ein Sammelwort für eine ganze Anzahl von Bedingungen; der fruchtbare Boden enthält sie in dem für die Ernährung des Gewächses richtigen Verhältniß, in dem unfruchtbaren Boden fehlen einige dieser Bedingungen. Ebenso umfassen die Worte Dünger, Atmosphäre, eine Mehrheit von Bedingungen; der Chemiker, mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln, analysirt alle Bodenarten, er analysirt den Dünger, die atmosphärische Luft und das Wasser, er zerlegt die Sammelworte, welche die Summe der Bedingungen ausdrücken, in die Anzahl der einzelnen Bedingungen und substituirt diese in seinen Auseinandersetzungen den Sammelworten. In diesem Verfahren liegt, wie man sieht, nichts Hypothetisches. Wenn es als eine ganz ausgemachte Wahrheit gilt, daß der Boden, die Atmosphäre, das Wasser, der Dünger Einfluß üben auf das Wachsthum der Pflanze, so ist es eben so unzweifelhaft, daß dieß lediglich durch ihre Bestandtheile geschieht; aber durch welche? diese ihre Eigenschaften und ihr Verhalten dem, der sich mit der Kultur der Gewächse beschäftigt, vor Augen zu legen, dieß ist die Aufgabe des Chemikers.“

Den fünfzig Thesen selbst folgt nachfolgende Stelle, aus welcher diese Sätze abgeleitet werden und die ich daher hier denselben vorausgehen lasse:

„Die vorausgehenden" (hier nachfolgenden) „fünfzig Sätze knüpfen sich an einen einzigen Satz, daß nämlich die Ernährung, das Wachsthum und die Entwickelung der Pflanze von der Aufnahme gewisser Materien abhängig ist, welche durch sich selbst, durch ihre Masse eine Wirkung äußern. Diese Wirkung steht deßhalb in gewissen Grenzen, im geraden Verhältniß zu ihrer Masse und im umgekehrten Verhältniß zu den Widerständen, die ihre Wirkung hindern. Wird dieser Satz, dessen Wahrheit keinem Zweifel unterworfen seyn kann, angenommen, so lassen sich alle fünfzig Sätze daraus folgern, wenn man den Verhältnissen der Quantität die Worte arm oder reich, fruchtbar oder unfruchtbar, und ihrer Wirkung die Worte Fruchtbarkeit, Ertrag, Ernte 2c. substituirt."

Ich möchte aus Gründen, die sich später ergeben werden, die innerhalb der gesperrten Schrift nicht gesperrt gedruckten Worte „in gewissen Grenzen" doppelt gesperrt wissen.

Gehen wir nun zu den einzelnen Sätzen in ihrer Reihenfolge selbst über:

1) Die Pflanzen empfangen im Allgemeinen ihren Kohlenstoff und Stickstoff aus der Atmosphäre, den Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure, den Stickstoff in der Form von Ammoniak. Das Wasser (und Ammoniak) liefert den Pflanzen ihren Wasserstoff; der Schwefel der schwefelhaltigen Bestandtheile der Gewächse stammt von Schwefelsäure her.

Der Punkt ist wohl unbestritten, nur möchte ich zu größerer Bestimmtheit die Anfangsworte also stellen: die Pflanzen empfangen im Allgemeinen ihren Kohlenstoff und Stickstoff mittelbar oder unmittelbar aus der Atmosphäre. Es wird diese Einschaltung wohl nicht beanstandet werden, da Herr von Liebig in

späteren Punkten selbst annimmt, daß die Pflanzen Kohlensäure und Ammoniak sowohl durch ihre Blätter aus der Luft als durch ihre Wurzeln aus dem Boden nehmen; in den Boden aber kommen diese Stoffe theils aus der Luft, theils durch den Mist, dessen Pflanzenreste sie ebenfalls theils aus der Luft, theils aus dem Boden erhalten haben.

Von der Kohlensäure, die in den Salzen der verwitterten Gebirgsart, also von Urzeit her im Boden enthalten ist, ist hier abgesehen worden, sie stammt ja ursprünglich doch auch wahrscheinlich aus der Atmosphäre (?)

2) Auf den verschiedensten Bodenarten, in den verschiedensten Klimaten, in der Ebene oder auf hohen Bergen gebaut, enthalten die Pflanzen eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen, und zwar immer die nämlichen, deren Natur und Beschaffenheit sich aus der Zusammensetzung ihrer Asche ergiebt; diese Aschenbestandtheile waren Bestandtheile des Bodens; alle fruchtbaren Bodenarten enthalten gewisse Mengen davon, in keinem Boden, worauf Pflanzen gedeihen, fehlen sie.

Hiegegen ist nichts einzuwenden, nur dürfte in die Mitte des Satzes statt „und zwar immer die nämliche" „und zwar fast immer die nämliche" zu sagen seyn, da nach Punkt 20 in mehreren Pflanzenarten die Alkalien zum Theil durch Kalk und Bittererde und diese umgekehrt durch Alkalien vertreten werden können.

3) In den Produkten des Feldes wird in den Ernten die ganze Quantität der Bodenbestandtheile, welche Bestandtheile der Pflanzen geworden sind, hinweggenommen und dem Boden entzogen; vor der Einsaat ist der Boden reicher daran als nach der Ernte; die Zusammensetzung des Bodens ist nach der Ernte geändert.

Hier gibt der Ausdruck „Bodenbestandtheile" zu Zweifeln Veranlassung. In Punkt 2, an den sich dieser Satz anreiht, ist von Aschenbestandtheilen als Bestandtheilen des Bodens die Rede, hier schlechtweg von Bodenbestandtheilen überhaupt. Nach Punkt 8 verhalten sich aber das Ammoniak im Boden und die Kohlensäure wie Bodenbestandtheile, sie werden also in den Produkten des Feldes

mit hinweggenommen und dem Boden entzogen. Hier sind also unter „Bodenbestandtheilen" die mineralischen wie die atmosphärischen begriffen.

4) Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten nimmt die Fruchtbarkeit der Felder ab. Beim Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen ist der Boden allein nicht geblieben was er vorher war; die Aenderung in seiner Zusammensetzung ist die wahrscheinliche Ursache seines Unfruchtbarwerdens.

Ist nicht zu beanstanden.

5) Durch den Dünger, den Stallmist, die Exkremente der Thiere und Menschen wird die verlorene Fruchtbarkeit wiederhergestellt.

Hier möchte ich nur beisetzen „durch ein gewisses Quantum Dünger, Stallmist," weil es sich in der Landwirthschaft sehr um Ermittlung dieser Quantität handelt.

6) Der Dünger besteht aus verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen, welche eine gewisse Menge Bodenbestandtheile enthalten. Die Exkremente der Thiere und Menschen stellen die Asche der im Leibe der Thiere und Menschen verbrannten Nahrung dar, von Pflanzen, die auf den Feldern geerntet wurden. Der Harn enthält die im Wasser löslichen, die Fäces die darin unlöslichen Bodenbestandtheile der Nahrung. Der Dünger enthält die Bodenbestandtheile der geernteten Produkte des Feldes; es ist klar, daß durch seine Einverleibung im Boden dieser die entzogenen Mineralbestandtheile wiedererhält; die Wiederherstellung seiner ursprünglichen Zusammensetzung ist begleitet von der Wiederherstellung seiner Fruchtbarkeit; es ist gewiß, eine der Bedingungen der Fruchtbarkeit war der Gehalt des Bodens an gewissen Mineralbestandtheilen. Ein reicher Boden enthält mehr davon als ein armer Boden.

Das Wort Dünger halte ich für die Aufstellung von so bestimmt ausgesprochenen Sätzen hier für nicht ganz geeignet.

Man wechselt zwar gewöhnlich in — von dieser Materie handelnden Schriften mit den Worten „Dünger" und „Mist" aus sprachlichen Rücksichten ab; unter Dünger versteht man aber jetzt doch im Allgemeinen Pflanzennahrung; daher auch der Liebig'sche

Dünger so genannt wird, obwohl er nicht aus verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen besteht. Man sollte also in Fällen wie hier, wo der Stall- und Kloakenmist, Pferch u. s. w. gemeint ist, sich des Ausdrucks Stallmist, Kloakenmist oder Mist bedienen, mit welchem die sogenannten künstlichen Dünger, die eben auch Dünger seyn wollen und meistens auch sind, nie bezeichnet werden.

Zum Inhalt des Punktes 6 möchte ich mir folgendes zu bemerken erlauben. Der Mist besteht allerdings aus verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen, die auch eine gewisse Menge gewisser Bodenbestandtheile enthalten; durch die Fäulniß des Mistes entstehen (Punkt 9 und 14) Ammoniak und Kohlensäure aus ihren Elementen, welche in den Pflanzen- und Thierstoffen enthalten sind; sie sind also im frischen Miste noch nicht als solche enthalten. Die Exkremente stellen nur theilweise die Asche der im Leibe verbrannten Nahrung von Pflanzen dar, denn sie enthalten auch ein gutes Theil unzersetzte, unverbrannte Pflanzenstoffe, welche ebendeßhalb noch der Fäulniß fähig sind, und aus denen sich im Verlauf derselben Ammoniak und Kohlensäure bilden.

Der Harn und die Fäces enthalten die löslichen und unlöslichen Bodenbestandtheile der Nahrung, aber nicht mehr sämmtliche, denn ein Theil der Nahrung und somit der Bodenbestandtheile (mineralische sowohl als atmosphärische oder hier besser gesagt, unorganische sowohl als organische) [1] sind in Thiere und Menschen übergegangen und

[1] Herr von Liebig tadelt Herrn Lawes sehr, daß er sich der Ausdrücke „organische und unorganische Stoffe" bedient, weil Ammoniak und Kohlensäure, bestehend aus Stickstoff und Wasserstoff, Kohlen- und Sauerstoff doch gewiß auch anorganische Stoffe seyen. Es ist aber doch einmal Sprachgebrauch, diese Stoffe so zu benennen, weil sie aus den Hauptbestandtheilen der Organismen sich bei deren Zersetzung bilden. Herr von Liebig will, daß man „atmosphärische und mineralische Stoffe" sage; wenn aber das Ammoniak und die Kohlensäure nach Punkt 8 sich wie Bodenbestandtheile verhalten, und auch wirklich solche sind, nebendem daß sie in der Atmosphäre enthalten sind, so müßte man, wenn man von diesen beiden Stoffen spricht, jedesmal sagen: atmosphärische Stoffe im Boden oder in der Luft; ein „atmosphärischer Stoff im Boden" ist wohl ebenso ungereimt, als wenn man von

kehren mit den Exkrementen nicht mehr in den Boden zurück, dem sie entzogen sind.

Der Mist enthält und erzeugt (siehe oben) die Bodenbestandtheile der geernteten Produkte des Feldes (aber manche nur theilweise) es ist klar, daß durch seine Einverleibung in den Boden, dieser die entzogenen Mineralbestandtheile (aber nur theilweise) wieder erhält. Die Wiederherstellung seiner ursprünglichen Zusammensetzung findet daher nicht ganz statt, wenn ihm die im Thiere zurückgebliebenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzt werden. Trotzdem kann man von landwirthschaftlicher Seite wohl zugeben, daß wenn wir alle Pflanzen unserer Ernten durch die thierischen Körper gehen lassen, und die Exkremente desselben mit dem als Streu verwendeten Pflanzenstoffen dem Felde, das sie hervorgebracht, wieder einverleiben, dieser Vorgang nicht nur mit der Wiederherstellung, sondern auch mit der Vermehrung der Fruchtbarkeit begleitet ist; die fehlenden Bodenbestandtheile müssen also sonst woher kommen.

Der hier aufgestellte Satz läßt sich aber ebensogut auf die entzogenen atmosphärischen oder organischen Bodenbestandtheile anwenden, wie er hier einseitig auf die entzogenen Mineralbestandtheile angewendet ist; auch der Gehalt des Bodens an atmosphärischen Bestandtheilen war eine der Bedingungen der Fruchtbarkeit, auch von ihnen enthält ein reicher Boden mehr als ein armer, wenigstens in unsern Breiten.

Ammoniak und Kohlensäure als von organischen Stoffen spricht; in manchen Fällen ist aber das letztere verständlicher; wenigstens wir Landwirthe wissen recht gut, was darunter gemeint ist und für uns sind ja diese Schriften geschrieben! Endlich kommen zu dem im Boden bereits vorhandenen Ammoniak und Kohlensäure die noch nicht zersetzten Reste der Pflanzen- und Thierstoffe hinzu und wenn diese mit jenem durch ein Collectivwort bezeichnet werden wollen, so paßt doch wohl der Ausdruck organische Stoffe besser als atmosphärische, weil man eben darunter diese Stoffe meint, nicht wie sie unmittelbar aus der Atmosphäre, sondern wie sie unmittelbar aus dem Pflanzen- und Thierreiche, aus dem organischen Reiche herrühren. Vollkommen richtig drückt keines der Worte die Sache aus, daher am Ende der Sprachgebrauch entscheiden muß.

7) Die Wurzeln der Pflanzen verhalten sich in Beziehung auf die Aufnahme der atmosphärischen Nahrungsmittel ähnlich wie die Blätter, d. h. sie besitzen wie diese das Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aufzusaugen und in ihrem Organismus auf dieselbe Art zu verwenden, wie wenn die Aufnahme durch die Blätter vor sich gegangen wäre.

8) Das Ammoniak, welches der Boden enthält oder was demselben zugeführt wird, verhält sich wie ein Bodenbestandtheil; in gleicher Weise verhält sich die Kohlensäure.

Hier heißt es zwar bloß: das Ammoniak im Boden verhalte sich wie ein Bodenbestandtheil, ebenso die Kohlensäure, nicht es sey ein Bodenbestandtheil. Dinge, die sich aber in gewisser Beziehung ganz gleich verhalten sind auch wohl in dieser Beziehung gleich oder ähnlich, und da das Ammoniak und die Kohlensäure eben im Boden sind, so sind sie wirkliche Bestandtheile des Bodens und verhalten sich nicht bloß wie solche. Daher begreife ich auch in diesen Sätzen unter dem Collectivnamen „Bodenbestandtheile" in der Regel auch die atmosphärischen und nicht bloß die mineralischen Bodenbestandtheile.

9) Die Pflanzen- und Thierstoffe, die thierischen Excremente gehen in Fäulniß und Verwesung über. Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben verwandelt sich in Folge der Fäulniß und Verwesung in Ammoniak, ein kleiner Theil des Ammoniaks verwandelt sich in Salpetersäure, welche das Produkt der Oxydation (der Verwesung) des Ammoniaks ist.

Es sind die noch unverbrannten (Punkt 6) Pflanzen- und Thierstoffe in den Excrementen, aus welchen sich im Boden selbst durch die Fäulniß Ammoniak und Kohlensäure bildet, und da diese Fäulniß bei dem verminderten Zutritt der Luft in dem Boden ziemlich langsam vor sich geht, so bilden diese Stoffe durch eine gewisse Zeit eine nachhaltige Quelle von Ammoniak und Kohlensäure.

10) Wir haben allen Grund, zu glauben, daß in dem Ernährungsproceß der Gewächse die Salpetersäure das Ammoniak vertreten kann, d. h. daß der Stickstoff derselben zu denselben Zwecken in ihrem Organismus verwendet werden kann wie der des Ammoniaks.

Es ist dieß wohl anzunehmen, denn sonst könnte der Chilisalpeter auf Feldern, auf welchen das Kochsalz keine Wirkung auf die Vegetation hervorbringt, auch keine zeigen und doch scheint dieses nach einzelnen Versuchen der Fall zu seyn.

11) In dem thierischen Dünger werden demnach den Pflanzen nicht nur die Mineralsubstanzen, welche der Boden liefern muß, sondern auch die Nahrungsstoffe, welche die Pflanze aus der Atmosphäre schöpft, zugeführt. Diese Zufuhr ist eine Vermehrung derjenigen Menge, welche die Luft enthält.

Allerdings werden im Miste den Pflanzen die Mineralsubstanzen, welche der Boden liefern muß, ferner die atmosphärischen Nahrungsstoffe zugeführt, aber, wenn nicht mehr Mist aufgebracht wird, als die Ernten des zu düngenden Feldes gegeben haben, nicht in vollem Maße, weil ein Theil dieser Stoffe in thierischen Produkten zurückgeblieben ist. Dennoch bildet die Zufuhr des aus der ganzen Ernte entstandenen Mistes eine Vermehrung derjenigen Menge Nahrungsstoffe, welche die Luft liefert und der Boden nach der entzogenen Ernte noch enthält. Ich möchte hier „liefert" statt „enthält" setzen, weil, wie wir später sehen werden, die Luft nicht zu jeder Zeit an jeder Stelle Ammoniak zu enthalten scheint. Ebenso habe ich mir den Zusatz und welche „der Boden enthält" erlaubt, weil ja im Boden selbst schon Ammoniak und Kohlensäure aus der Luft vor der Zufuhr des Mistes noch enthalten sind.

12) Die nicht gasförmigen Nahrungsmittel, welche der Boden enthält, gelangen in den Organismus der Pflanzen durch die Wurzeln; der Uebergang derselben wird vermittelt durch das Wasser, durch welches sie löslich werden und Beweglichkeit empfangen. Manche lösen sich in reinem Wasser, die anderen nur in Wasser, welches Kohlensäure oder ein Ammoniaksalz enthält.

Kohlensäure und Ammonik sind also nothwendige Bodenbestandtheile, da manche nicht gasförmige Nahrungsmittel sich nur in Wasser, das sie enthält, oder wenigstens in größerer Menge auflösen.

13) Alle diejenigen Materien, welche die an sich im Wasser unlöslichen Bodenbestandtheile löslich machen, bewirken, wenn sie in dem Boden enthalten sind, daß dasselbe Volum Regenwasser eine größere Menge davon aufnimmt.

Unbezweifelt.

14) Durch die fortschreitende Verwesung der im thierischen Dünger enthaltenen Pflanzen- und Thierüberreste entstehen Kohlensäure und Ammoniaksalze; sie stellen eine im Boden thätige Kohlensäurequelle dar, welche bewirkt, daß die Luft in dem Boden und das in demselben vorhandene Wasser reicher an Kohlensäure werden, als ohne ihre Gegenwart.

Also auch eine im Boden thätige Kohlensäurequelle bildet die fortschreitende Verwesung des Mistes und sie scheint nicht ganz werthlos zu seyn, obwohl sie die Chemiker gewöhnlich gar nicht beachten, da ja die Kohlensäure zum Ueberfluß in der Luft vorhanden sey!

15) Durch den thierischen Dünger wird den Pflanzen nicht nur eine gewisse Summe an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln dargeboten, sondern sie empfangen durch denselben auch in der durch seine Verwesung sich bildenden Kohlensäure und den Ammoniaksalzen die unentbehrlichen Mittel zum Uebergange der im Wasser für sich unlöslichen Bestandtheile, in derselben Zeit eine größere Menge, als ohne Mitwirkung der verwesbaren organischen Stoffe.

Hierdurch wird der Mist ein Mittel, den Ertrag unserer Felder über ihre natürliche Produktion zu steigern, denn den ohne Zuschuß von Dünger wachsenden Pflanzen stehen nur die Nahrungsmittel zu Gebot, die ihnen der Boden und die Atmsophäre bietet; in dem Boden werden namentlich viele mineralische Bestandtheile erst durch diese Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäure löslich.

16) In warmen trockenen Jahren empfangen die Pflanzen durch den Boden weniger Wasser, als unter gleichen Verhältnissen in nassen Jahren; die Ernte in verschiedenen Jahren steht damit im Verhältniß. Ein Feld von derselben Beschaffenheit liefert in regenarmen Jahren einen geringeren Ertrag, er steigt in regenreicheren, bei gleicher mittlerer Temperatur bis zu einer gewissen Grenze mit der Regenmenge.

Die Grenze ist hier — glaube ich — sehr nahe zu stecken! auch ist der Punkt nicht auf nasse Felder anzuwenden, denn sie tragen, ebenfalls bis zu einer gewissen Grenze, in trockenen gleichwarmen Jahren mehr als in nassen. Wenn aber auch die andern Felder in regenreichen Jahren bei gleicher Temperatur mehr tragen als in regenarmen, so scheint dafür der innere Gehalt der Ernte ein umgekehrter zu seyn. Unter den Landwirthen ist es anerkannt, daß dieselbe Futterart in nassen Jahren aufgewachsen, weniger ernähre, als dieselbe in trockenen Jahren aufgewachsen.

So hatte z. B. 1 Centner Heu des Jahres 1855 einen größeren Nähreffect als ein Centner des Jahres 1856 von denselben Wiesen; ja als man im Frühjahr 1855 von der Winterfütterung zum Grünfutter überging, nahmen die Kühe in der Milch — wie häufig — auffallend zu, während sie im Frühjahr 1856, wo die Fütterung von dem guten Dürrfutter des Jahrs 1855 zum Grünfutter des Jahrs 1856 überging, fast keine Zunahme in der Milch zeigten, obwohl in beiden Jahren das Heu gleich gut eingebracht, ja auch die Wiesen zur selben Zeit gemäht wurden. Auch tröstet sich der Landwirth bei der geringeren Ernte der trockenen Jahre eben mit ihrer größeren Nahrhaftigkeit sowohl für Thiere als Menschen. Kartoffeln aus trockenen Jahren sind entschieden besser als die aus nassen, wenn auch von ähnlichem Boden, daher wohl auch das Sprüchwort: bei einem trockenen Jahrgang verdirbt kein Bauer!

Ob ein Unterschied und welcher in den Bestandtheilen der Pflanzen aus nassen und trockenen Jahren stattfindet, müssen uns die Chemiker lehren!

Ist es nicht möglich, daß die Pflanzen in nassen Jahren verhältnißmäßig mehr Mineralsubstanzen aufnehmen, die ihnen durch das vermehrte Wasser mehr geboten werden? oder daß die grüne Pflanze wirklich mehr Wasser enthalte? (beim Grünfutter hängt es während des Regens allerdings auch schon außen an den Pflanzen, es nährt aber getrocknet auch nicht gut).

Herr von Liebig führt zwar Seite 109 seiner „Theorie und Praxis" die Untersuchungen des Winterigelweizens aus Hohenheim durch Herrn Fehling als Beispiel des gleichen Verhältnisses der Aschenbestandtheile und der stickstoffhaltigen Materie in denselben Pflanzen in verschiedenen Jahren an; hiezu muß ich aber bemerken, daß die beiden Jahrgänge 1850 und 1851 hier nicht sehr verschieden, sondern beide während der Vegetationszeit naß waren, daß aber die beiden Felder, welche in diesen beiden Jahren den Weizen trugen, in ihrem Boden sehr verschieden von einander sind, indem der eine der Lias- der andere größtentheils der Keuperformation angehört.

Mir sind keine derartigen Untersuchungen oder deren Resultate bekannt, übrigens sind solche Untersuchungen, wenn sie zu einem Resultat führen sollen, nicht so leicht anzustellen; denn auf dem Acker werden nicht leicht dieselben Pflanzen zwei Jahre nach einander auf derselben Stelle gebaut, und wenn es zu diesem Zwecke geschieht, so sind besondere Vorsichtsmaßregeln nothwendig, daß den Pflanzen der verschiedenen Jahre im übrigen Alles gleichgestellt werde. Auf einer Wiese ließe sich wohl auf einer und derselben Stelle alljährlich das Gras untersuchen, wenn sie jährlich gleichmäßigen Wiederersatz für das Entzogene erhält. Aber auch hier gibt es noch Schwierigkeiten, da in den verschiedenen Jahrgängen von den vielerlei Pflanzen, die auf einer Wiese wachsen, verschiedene mehr oder weniger begünstigt werden, so daß die einzelnen Pflanzen, welche das Wiesenheu zusammensetzen, in verschiedenen Jahren in sehr verschiedener Quantität darin enthalten sind, wodurch sich die landwirthschaftliche Beobachtung vielleicht auch oder wenigstens zum Theil schon erklären ließe.

Wenn nun der Punkt 16 nicht auf ganz bestimmten unantastbaren Untersuchungen und deren Resultate beruht, so möchte ich auch keine großen Folgerungen daraus ziehen.

17) Von zwei Feldern, von denen das eine mehr Nahrungsstoffe zusammengenommen enthält wie das andere, liefert das daran reichere

auch in trockenen Jahren, unter sonst gleichen Verhältnissen, einen höheren Ertrag als das ärmere.

18) Von zwei Feldern von gleicher Beschaffenheit und gleichem Gehalt an Bodenbestandtheilen, von denen das eine aber in verwesbaren Pflanzen- (oder Dünger-) Bestandtheilen außerdem eine Kohlensäurequelle enthält, liefert das letztere auch in trockenen Jahren einen höheren Ertrag als das andere.

Die Ursache dieser Verschiedenheit oder Ungleichheit im Ertrag beruht auf der ungleichen Zufuhr der Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität, welche die Pflanze in gleichen Zeiten von dem Boden empfängt.

Es ist mir nicht klar, ob der letzte Satz auf die beiden Punkte 17 und 18 anzuwenden ist, oder nur auf den letzteren.

Auf Punkt 17 scheint er mir wenigstens nur unter bestimmten Voraussetzungen anwendbar zu seyn; denn wenn das Regenwasser in einem trockenen Jahre nicht hinreicht, die in dem ärmeren Boden vorhandenen auflöslichen Nahrungsstoffe aufzulösen, so wird dieselbe Quantität Wasser auf dem reichen Boden auch nicht mehr auflösen. Man könnte zwar einwenden, in dem reichen Boden seyen auch mehr Kohlensäure und Ammoniaksalze, mittelst welcher das Regenwasser mehr mineralische Substanzen auflöse als ohne dieselben. Ich setze aber voraus, daß in beiden Bodenarten die Nahrungsstoffe zusammengenommen in gleichem Verhältnisse unter sich, wenn auch in verschiedener Quantität vorhanden seyen, so daß in beiden die vorhandene Kohlensäure und die Ammoniaksalze hinreichen, die vorhandenen Mineralsubstanzen mittelst hinreichendem Wasser aufzulösen. Reicht nun aber das gefallene Regenwasser für den ärmeren Boden nicht zu, obwohl alles Wasser möglichst viel Bestandtheile aufgelöst hat, so wird es im reichen Boden auch nicht mehr auflösen, da eine gewisse Quantität Wasser auch mittelst Kohlensäure und Ammoniak doch nur ein bestimmtes Quantum Bodenbestandtheile aufzulösen im Stande ist.

Der Satz 17 muß aber doch von landwirthschaftlicher Seite zugegeben werden, er dürfte sich aber dadurch erklären, daß die

faulenden organischen Reste hygroskopisch wirken, daß daher der reichere Boden in trockenen Jahren doch mehr Feuchtigkeit aus der Luft anzieht als der ärmere.

Man könnte auch einwenden, daß ich bei meiner ersten Behauptung über die „gewisse Grenze" des Punktes 16 hinausgegangen sey; diese läßt sich aber bei der letzten Erklärung, sofern sie richtig ist, jedenfalls weiter stecken, ja es ist gar keine zu ziehen, so lange noch überhaupt Feuchtigkeit in der Luft ist und das ist immer der Fall.

Nach Punkt 18 bringt die Kohlensäurequelle auch in trockenen Jahren einen höhern Ertrag in sonst gleichen Feldern hervor, „was auf der ungleichen Zufuhr der Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität, welche die Pflanzen in gleichen Zeiten vom Boden empfängt, beruht."

Nach Punkt 12 löst die Kohlensäure im Wasser manche Stoffe auf, welche reines Wasser nicht auflöst; so lange daher Wasser genug vorhanden ist, um mittelst der Kohlensäure die vorhandenen löslichen Mineralsubstanzen aufzulösen, ist der Satz vollkommen richtig; geht aber die Trockenheit so weit, wie ich vorher zu Punkt 17 bemerkte, so findet dort die Wirkung der Kohlensäure in dieser Richtung ihre Grenze; über diese Grenze hinaus wird nun auch wieder die eigentliche Kohlensäurequelle, nämlich die organischen Reste oder der Humus hygroskopisch wirken und so das mehr angezogene Wasser mit der vermehrten Kohlensäure den Pflanzen auch mehr Bodenbestandtheile (worunter hier, wie es scheint, bloß Mineralsubstanzen gemeint sind) in größerer Quantität und Qualität zugeführt.

Eine Ammoniakquelle wirkt ebenso wie eine Kohlensäurequelle, da ja durch das Ammoniak ebenfalls manche Stoffe besser auflöslich werden als im Wasser; das wenigere Wasser in trockenen Jahrgängen enthält durch beide Stoffe mehr Mineralsubstanzen aufgelöst, als wo sie fehlen; zugleich dienen aber auch beide zur Nahrung, welche ohne sie den Feldern abgeht.

19) Alle Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmsfähigkeit

der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältniß deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos. Eine gewisse physikalische Beschaffenheit des Bodens ist eine nothwendige Vorbedingung zur Wirksamkeit der darin vorhandenen Nahrung. Der Boden muß der atmosphärischen Luft und dem Wasser Zutritt und den Wurzelfasern die Möglichkeit gestatten, sich nach allen Richtungen zu verbreiten und die Nahrung aufzusuchen. Der Ausdruck tellurische Bedingungen bezeichnet den Inbegriff aller von der physikalischen Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bodens abhängigen, für die Entwicklung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen. [1]

Ist nicht zu bezweifeln.

[1] Nach einem vortrefflichen Artikel der Allgemeinen Augsburger Zeitung, Beilage 301 vom 28. October 1854, scheint Manchem die Frage, ob der Dünger nur die physikalischen Kräfte des Bodens steigere oder ob er auch zur Ernährung diene, noch einer Lösung zu bedürfen. Der Ausdruck „physikalische Kräfte" macht die Antwort hierauf schwierig, weil man nicht weiß, was darunter gemeint ist. Die Theile, woraus die Ackerkrume besteht, besitzen eine Menge Eigenschaften und darunter auch physikalische, womit man diejenigen bezeichnet, die wir mit unseren Sinnen wahrnehmen, wie Farbe, Dichtigkeit, Porosität, festen oder lockeren Zusammenhang 2c. Zu den anderen Eigenschaften der Ackerkrume, welche man mit den Sinnen nicht wahrnimmt, gehören die chemischen Eigenschaften, worunter man die Eigenschaften versteht, welche die chemische Verbindung oder Zersetzung begleiten. Der Mangel oder das Vorhandenseyn der physikalischen Eigenschaften hindert oder befördert die Aeußerung der chemischen Eigenschaften, oder die Vorgänge der chemischen Verbindung und Zersetzung; aber an und für sich bringen sie keine Wirkungen hervor. Unter Ernährung einer Pflanze versteht man die Zunahme ihrer Masse in ihren Theilen. Zunahme an Masse ist Gewichtsvermehrung, welche nur durch Aufnahme von wägbaren Theilen stattfinden kann. Ein Körper trägt zur Ernährung einer Pflanze bei, heißt, er trägt, indem er zu einem Bestandtheil eines Organs oder der Organe wird, durch seine eigene Masse dazu bei, daß das Gewicht der Pflanze zunimmt. Man sieht leicht, daß die physikalischen Eigenschaften der Materie an sich an der Ernährung keinen direkten Antheil haben; ein Boden kann von der besten physikalischen Beschaffenheit und dennoch ganz unfruchtbar seyn; um ernährungsfähig zu seyn, muß er Materien von gewissen chemischen Eigenschaften enthalten und seine physikalischen Eigenschaften müssen gestatten, daß die chemischen sich äußern können. Wenn der Boden durch seinen Zusammenhang den Wurzeln eine Verbreitung nicht gestattet, so kann die Wurzel nicht zu der Materie gelangen, die sie zur Ernährung braucht; wenn er dem Wasser keinen Zutritt gestattet, so können sich die ernährenden Materien der Wurzel nicht zubewegen. Ein Stück Fleisch besitzt, wie Jedermann weiß, ernährende Eigenschaften, aber es ernährt nicht durch seine physikalischen Eigen-

20) Alle Pflanzen ohne Unterschied bedürfen zu ihrer Ernährung Phosphorsäure, Schwefelsäure, die Alkalien, Kalk-, Bittererde, Eisen; gewisse Pflanzengattungen Kieselerde; die an dem Strande des Meeres und im Meere wachsenden Pflanzen Kochsalz, Natron, Jodmetalle. In mehreren Pflanzengattungen können die Alkalien zum Theil durch Kalk- und Bittererde, und diese umgekehrt durch Alkalien vertreten werden. Alle diese Stoffe sind einbegriffen in der Bezeichnung mineralische Nahrungsmittel; atmosphärische Nahrungsmittel sind Kohlensäure und Ammoniak. Das Wasser dient zur Nahrung und zur Vermittlung des Ernährungsprocesses.

Da nur gewisse Pflanzengattungen Kieselerde bedürfen, so ist zu bemerken, daß unter den gewöhnlichen landwirthschaftlich gebauten Pflanzen keine sind, welche ihrer gar nicht bedürfen; nach einer Tabelle über die Aschenbestandtheile der Pflanzen in Wolffs Ackerbau Seite 123 enthalten nur die Körner der Saubohne, Wicke und Linse keine Kieselerde, dagegen aber das Stroh der Saubohne und der Erbse; der Gehalt des Wicken- und Linsenstrohs ist daselbst nicht angegeben; es dürfte aber analog etwas Kieselerde für dasselbe anzunehmen seyn. Zwischen dem Wasser und den atmosphärischen Nahrungsmitteln, Kohlensäure und Ammoniak (zu welchen das erste wohl auch gehört) wird hier der Unterschied gemacht, daß letztere nur Nahrungsmittel sind, während das Wasser zur Nahrung und zur Vermittlung des Ernährungsprocesses dient, d. h. also, das Wasser geht als solches theilweise in die Pflanzen über, theilweise führt es nur als Auflösungsmittel andere Nahrungsmittel den Pflanzen zu und entweicht dann wieder aus ihnen.

Von der Kohlensäure und dem Ammoniak nimmt Herr von Liebig eine Entweichung aus den Pflanzen nicht an; sie lösen zwar im Wasser manche und mehr Nahrungsmittel auf und führen sie mit

schaften, Farbe, Härte der Faser, Zusammenhang, sondern weil seine eigenen Theile fähig sind, zu Theilen des lebendigen Körpers zu werden. Wenn man ein Stück Fleisch auf den Bauch legt, so bringt es keine Wirkungen hervor, es muß durchaus in dem Magen flüssig werden und in den Kreislauf übergehen.

dem Wasser den Pflanzen zu; aber sie bleiben, wenn sie als Auflösungsmittel gedient haben, selbst als Nahrungsmittel in den Pflanzen. Andere Chemiker haben das Ammoniak in dieser Beziehung dem Wasser gleich gestellt, sie sind aber einen direkten Beweis noch schuldig. Nach Andern sollen die Pflanzen zu Zeiten auch Kohlensäure ausströmen.

21) Die für eine Pflanze nothwendigen Nahrungsstoffe sind gleichwerthig, d. h. wenn eines von der ganzen Anzahl fehlt, so gedeiht die Pflanze nicht.

Dieser Satz entspricht ganz dem Punkt 44 und werde ich dort einiges hinzufügen.

22) Die für die Kultur aller Pflanzengattungen geeigneten Felder enthalten alle für diese Pflanzengattungen nothwendigen Bodenbestandtheile; die Worte fruchtbar oder reich, unfruchtbar oder arm drücken das relative Verhältniß dieser Bodenbestandtheile in Quantität oder Qualität aus. Unter qualitativer Verschiedenheit versteht man den ungleichen Zustand der Löslichkeit, oder Uebergangsfähigkeit der mineralischen Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanzen, welcher vermittelt wird durch das Wasser.

Von zwei Bodenarten, welche gleiche Mengen mineralischer Nahrungsmittel enthalten, kann die eine fruchtbar (als reich), die andere unfruchtbar seyn (als arm angesehen werden), wenn in der letzteren diese Bestandtheile nicht frei, sondern in einer chemischen Verbindung sich befinden. Ein Körper, der sich in chemischer Verbindung befindet, setzt, in Folge der Anziehung seiner anderen Bestandtheile, einem zweiten, der sich damit zu verbinden strebt, einen Widerstand entgegen, der überwunden werden muß, wenn beide sich verbinden sollen.

Die geeigneten Felder enthalten alle für diese Pflanzengattungen nothwendigen Bodenbestandtheile (Punkt 8, 9, 11) also auch neben den mineralischen die atmosphärischen. Im zweiten Absatz dieses Punktes ist aber bei Erklärung der qualitativen Verschiedenheit nur noch von der Löslichkeit und Uebergangsfähigkeit der mineralischen Nahrungsmittel die Rede; gilt denn diese qualitative Verschiedenheit ausschließlich bloß für diese? sind die beiden letzten

Absätze nicht auf alle nothwendigen Nahrungsstoffe anwendbar? oder sind die nicht mineralischen (namentlich der Stickstoff) nicht auch in unlöslichem, nicht übergangsfähigem Zustande im Boden vorhanden? oder gilt der Stickstoff in den Thier- und Pflanzenresten nicht als Nahrungsstoff, weil er noch nicht in Ammoniak übergegangen ist? (Doch berechnet man an andern Orten den sämmtlichen Stickstoffgehalt des Bodens als Ammoniak und hält diesen Vorrath dem Bedürfniß der Pflanzen an Stickstoff gegenüber) oder sind etwa die nicht mineralischen Nahrungsmittel keine nothwendigen Bodenbestandtheile, weil sie auch in der Atmosphäre enthalten sind? dann sind sie aber doch wenigstens nützlich nach Punkt 7, 9 und 14, 15, 17, 18, so daß durch sie die Vegetation gesteigert werden kann, und da dieses der Zweck der landwirthschaftlichen Kultur ist, so sind sie für die landwirthschaftlich zu bauenden Pflanzen nothwendige Bodenbestandtheile. Ich möchte daher aus den beiden letzten Absätzen des Punktes 22 das Wort „mineralisch" geradezu weglassen, denn sie gelten von sämmtlichen Nahrungsstoffen.

In dem letzten Satze dürfte zu Vermeidung von Mißverständnissen zu sagen seyn: „wenn diese Bestandtheile nicht frei, sondern in einer unlöslichen chemischen Verbindung sich befinden." Es heißt wohl deßhalb auch im nächsten Punkte „frei löslich" statt „frei".

23) Alle für die Kultur geeigneten Bodenarten enthalten die mineralischen Nahrungsmittel der Pflanzen in diesen zweierlei Zuständen. Alle zusammen stellen das Kapital, die frei löslichen den flüssigen beweglichen Theil des Kapitals dar.

Aus denselben Gründen wie im vorigen Punkte wäre auch aus diesem das Wort „mineralisch" zu streichen, weil dieser Satz von allen nothwendigen Nahrungsmitteln gültig ist.

24) Einen Boden durch geeignete Mittel, aber ohne Zufuhr von mineralischen Nahrungsmitteln verbessern, bereichern, fruchtbarer machen, heißt einen Theil des todten, unbeweglichen Kapitals, das ist die chemisch gebundenen Bestandtheile, frei, beweglich und verwendbar für die Pflanzen machen.

Unter den geeigneten Mitteln der Bodenverbesserung ist hier die Zufuhr von mineralischen Nahrungsmitteln ausgeschlossen, denn es sind hier offenbar mechanische Mittel gemeint, welche in dem nächst folgenden Punkte besprochen werden. Durch diese Mittel werden sowohl die mineralischen als die atmosphärischen, chemisch gebundenen Bodenbestandtheile frei, beweglich und verwendbar für die Pflanzen; es gilt also auch dieser Satz von allen Nahrungsmitteln im Boden.

25) Die mechanische Bearbeitung des Feldes hat den Zweck, die chemischen Widerstände im Boden zu überwinden, die in chemischer Verbindung befindlichen mineralischen Nahrungsmittel frei und verwendbar zu machen. Dieß geschieht durch Mitwirkung der Atmosphäre, der Kohlensäure, des Sauerstoffs und Wassers. Die Wirkung heißt Verwitterung. Stehendes Wasser im Boden, welches der Atmosphäre den Zugang zu den chemischen Verbindungen verschließt, ist Widerstand gegen die Verwitterung.

Nach meinen Erörterungen über die drei vorhergehenden Punkte muß in consequenter Folge dieser Punkt also lauten: die mechanische Bearbeitung des Feldes hat den Zweck, die chemischen Widerstände im Boden zu überwinden, die in unauflöslicher chemischer Verbindung befindlichen mineralischen und atmosphärischen (organischen) Nahrungsmittel frei löslich und verwendbar zu machen.

Dieß geschieht durch Mitwirkung der Atmosphäre, der Kohlensäure, des Sauerstoffs und des Wassers. Die Wirkung auf die mineralischen Substanzen heißt Verwitterung, auf die organischen Substanzen (Thier- und Pflanzenstoffe) Verwesung. Stehendes Wasser im Boden, welches der Atmosphäre den Zugang zu den chemischen Verbindungen verschließt, ist Widerstand gegen Verwitterung und gegen Verwesung.

Ich glaube kaum, daß diese Vervollständigung des 25. Punktes einer Rechtfertigung bedarf, denn er geht klar aus den bisherigen Sätzen so hervor. Es ist zwar in den Vordersätzen noch nirgends gesagt worden, daß zur Verwesung der Pflanzen- und Thierüberreste

(Punkt 9 und 14) Sauerstoff und Wasser nöthig seyen, aber dieß versteht sich ja von selbst. Die Verwesung dieser Ueberreste im Boden geht ohne Bearbeitung sehr langsam vor sich, je nach den physikalischen Eigenschaften des Bodens mehr oder weniger; denn der nur Einmal untergepflügte Mist kommt den alsbald darauf gesäten Pflanzen weit nicht so zu gut, wie wenn er mehreremale mit dem Felde verarbeitet und an die Luft gebracht worden ist; ja auf schwerem Boden läßt sich oft nach Aberntung der auf nur einfach untergepflügten Mist aufgesäten Frucht beim nachherigen Pflügen die Construktion des Mistes noch erkennen; ebenso verhält es sich mit den nur einfach untergepflügten Stoppeln abgeernteter Früchte. Sah ich doch auf einem sandigen Lehmboden, auf welchem der dritte Kleeschnitt einfach 6″ tief untergepflügt worden war, worauf Dinkel gesät wurde, nach welchem der Acker drei Jahre dreisch liegen blieb, beim Umbruch dieser Dreische, also nach vier vollen Jahren, die Construktion der untergepflügten Kleestoppel noch ganz deutlich.

„Die Ursache der Verschiedenheit im Ertrage beruht aber auf der ungleichen Zufuhr der Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität, welche die Pflanze in gleichen Zeiten von dem Boden empfängt" (Punkt 18, 2. Abtheilung). Ja selbst die in dem Klee enthaltenen mineralischen Bestandtheile traten während dieser Zeit nicht aus ihrer bisherigen Verbindung, wurden nicht frei löslich ꝛc.

Die mechanische Bearbeitung des Bodens ist daher für die Verwesung der organischen Reste sicher so wichtig, wie für die Verwitterung der mineralischen Substanzen, und da die Produkte dieser Verwesung, Ammoniak und Kohlensäure als Nahrungsmittel sowohl als als Auflösungsmittel für die mineralischen Substanzen doppelte Wichtigkeit haben, und auch die mineralischen Bestandtheile der organischen Reste erst durch die Verwesung frei löslich werden, so befördern wir dieselbe wie die Verwitterung durch die mechanische Bearbeitung unserer Felder!

26) Brachzeit heißt die Zeit der Verwitterung. Während der Brache

wird dem Boden durch die Luft und das Regenwasser Kohlensäure und Ammoniak zugeführt. Letzteres bleibt im Boden, wenn Materien darin vorhanden sind, welche es binden, d. h. die ihm seine Flüchtigkeit nehmen.

Die Bedeutung des Worts „Brache" ist hier in einem andern als dem landwirthschaftlichen Sinne genommen, es hat aber auch so keine bestimmte Bedeutung.

Die Verwitterung und die Verwesung gehen zu jeder Zeit vor sich, in welcher Feuchtigkeit im Boden ist; sie werden durch die Bearbeitung nur beschleunigt, nicht erst hervorgerufen. Ist doch der Boden schon längst zu solchem aus den Gebirgsarten verwittert gewesen, ist er doch jetzt schon bis zu einer Tiefe verwittert, in welche noch kein Pflug drang, enthielt er doch längst verfaulte und unverfaulte organische Reste, ehe der Mensch die Brache erfand. Dem Boden wird auch ohne die Brache durch die Luft und die Verwesung der organischen Reste im Boden Kohlensäure und Ammoniak zugeführt, nur in vermindertem Grade als zur Zeit der Brache, dagegen durch das Regenwasser gleich viel, ob gebracht wird oder nicht. Erhält ja doch die Wiese auch ihren Antheil Kohlensäure und Ammoniak, verwittern doch ihre mineralischen Bodenbestandtheile auch ohne alle Brache nur vielleicht langsamer, trägt doch die Vegetation selbst vieles zur Verwitterung bei! ja unter dem Schatten mancher Pflanzen scheint sie sogar stärker stattzufinden, als während der Brache. Die Brachzeit könnte daher vielleicht nur als die Zeit der beschleunigten Verwitterung und Fäulniß bezeichnet werden; aber auch dieß ist nicht richtig, denn durch die Abwechslung von Frost und Wärme wird die Verwitterung ebenfalls beschleunigt.

Das Ammoniak, heißt es, bleibe im Boden, wenn es durch vorhandene Materien gebunden werde; wo die Kohlensäure bleibe oder hinkomme, wird nicht gesagt; es ist wohl möglich, daß ein Theil von ihr in die Lüfte geht, wenn keine Pflanzen vorhanden sind, die sie aufnehmen.

27) Ein Boden ist fruchtbar für eine gegebene Pflanzengattung, wenn er die für diese Pflanze nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffe in

gehöriger Menge, in dem richtigen Verhältniß und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält.

Warum sind hier wieder die atmosphärischen Nahrungsstoffe im Boden weggelassen? Ganz mit Unrecht! (siehe Punkt 9. 10. 14. 18. 40.) — Es ist übrigens nicht nothwendig, daß sämmtliche Nahrungsstoffe gerade im richtigen Verhältnisse, wie sie die Pflanze nöthig hat, vorhanden seyen; ein Ueberschuß des einen oder andern oder mehrerer schadet nicht, nur der Mangel und zwar schon an einem einzigen.

28) Wenn dieser Boden durch eine Reihe von Ernten, ohne Ersatz der hinweggenommenen mineralischen Nahrungsmittel, unfruchtbar für diese Pflanzengattung geworden ist, so wird er nach einem oder einer Anzahl von Brachjahren wieder fruchtbar für diese Pflanzengattung, wenn er neben den löslichen und hinweggenommenen Bodenbestandtheilen eine gewisse Summe derselben Stoffe im unlöslichen Zustande enthielt, welche während der Brachzeit durch mechanische Bearbeitung und Verwitterung löslich geworden sind. Durch die sogenannte Gründüngung wird diese Wirkung in kürzerer Zeit erzielt.

Hier ist wieder nur von dem Ersatz der mineralischen Nahrungsmittel die Rede (wie seit Punkt 22).

Wenn der Boden zur Zeit seiner anfänglichen Fruchtbarkeit nicht mehr Ammoniak und Kohlensäure enthielt, als was ihm die Luft davon zuführte (ein solcher Boden kann aber in unserer Breite nicht fruchtbar genannt werden, da er erst erhöhte Erträge nach der Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäurequellen gibt), so wird er nach einem oder mehreren Brachjahren durch die Verwitterung der Mineralien und durch den Empfang von atmosphärischen Nahrungsstoffen aus der Luft wieder in statu ante versetzt; er erreicht seine relative Fruchtbarkeit wieder, aber er ist nie absolut fruchtbar gewesen.

Herr von Liebig sagt selbst „durch die sogenannte Gründüngung wird diese Wirkung in kürzerer Zeit erzielt."

Welche Wirkung soll hier gemeint seyn, die der Wiederherstellung

der Fruchtbarkeit oder die der Verwitterung durch die Brache? oder vielleicht beides?

Während die zur Gründüngung bestimmte Pflanze auf dem Felde vegetirt, wird gegenüber der Brache die Verwitterung im Boden nicht beschleunigt; sonst könnte die Brachzeit nicht vorzugsweise die Zeit der Verwitterung oder der beschleunigten Verwitterung genannt werden, oder müßte die Gründüngungspflanze eine solche seyn, unter deren Schatten die Verwitterung rascher vor sich geht als während der Brachbearbeitung; dann ist aber der Ausdruck „Zeit der Verwitterung" für die Brache ungeeignet. Die Pflanze nimmt aber während ihres Wachsthums ihre mineralischen Nahrungsmittel nur aus dem Boden, letzterer erhält also durch die untergepflügten Pflanzen keine Zufuhr an mineralischen Nahrungsstoffen. Während ihres Wachsthums zieht aber die Pflanze auch die atmosphärischen Nahrungsmittel aus dem Boden, welche darin enthalten sind und demselben während der Vegetation durch die Luft zugeführt werden; je mehr sie deren vorfindet, um so üppiger wird sie wachsen, weil diese Stoffe ihr nicht nur zur Nahrung, sondern auch zur Auflösung anderer unauflöslicher Nahrungsmittel dienen. Während ihres Wachsthums zieht aber auch die Pflanze (Punkt 7) durch ihre Blätter atmosphärische Nachrungsstoffe aus der Atmosphäre selbst, und zwar um so mehr, je üppiger sie wächst, weil sie dieselbe im Verhältniß zur Oberfläche ihrer Organe einsaugt (Punkt 36). Wenn nun diese Gründüngungspflanze dem Boden ganz und gar einverleibt wird, so erhält er in ihr das zurück, was er ihr gegeben, die mineralischen und die ihm entzogenen atmosphärischen Bodenbestandtheile, nebst denjenigen atmosphärischen Nahrungsmitteln, welche sie der Atmosphäre unmittelbar entnommen hat und welche außer dieser Operation dem Boden in dieser Zeit nie in dem Maße zugekommen wären. Die Verwitterung ist während dieser Zeit nicht beschleunigt worden, wenigstens nicht gegenüber der Brache, wenn nicht allenfalls der Schatten der Gründüngungspflanze sie noch mehr beschleunigt hat;

der Boden hat nur um so viel an löslichen mineralischen Bestandtheilen zugenommen, als er zu jeder Zeit durch die fortwährende Verwitterung in derselben Periode zugenommen hat und zunimmt; aber an atmosphärischen Stoffen hat er zugenommen oder nimmt er mit der beginnenden Fäulniß der Pflanzen im Boden zu und die fruchtbare Folge dieser Gründüngung tritt erst für die auf dem Felde aufs Neue zu bauende gegebene Pflanzengattung rasch ein, wenn die Fäulniß der untergepflügten Gründüngungspflanze durch den vermehrten Zutritt der Luft mittelst Bearbeitung beschleunigt worden ist.

Die Gründüngung *beschleunigt* die Wirkung des Fruchtbarmachens, welche die Brache erst in längerer Zeit hervorbringt. Sie bringt diese Wirkung in einer Zeit hervor, in welcher nicht so viel mineralische Nahrungstheile im Boden verwittern können, als in der weit längeren Zeit eines oder mehrerer Brachjahre. Die Gründüngung übertrifft in ihrer Wirkung in *der Zeit* die der Brachjahre und doch führt sie dem Boden weniger auflösliche mineralische Bestandtheile als diese zu; sie führt ihm aber mehr *atmosphärische Bestandtheile* in kürzerer Zeit zu als die Brachjahre und dieß bringt ihre fruchtbare Wirkung hervor. Eben weil in der Brache die atmosphärischen Nahrungsstoffe dem Boden direkt nur *etwas* mehr als ohne die Bearbeitung zugeführt werden, was während die Gründüngungspflanze vegetirt, zwar in etwas geringerem Maße auch, in desto größerem aber durch ihre Blätterthätigkeit indirekt bewirkt wird, ebendeßhalb braucht die Brache so lange Zeit, um ebensoviel atmosphärische Nahrungsstoffe im Boden anzusammeln, als durch die Gründüngungspflanze demselben einverleibt werden.

Die Hauptwirkung der Brache besteht daher nicht in der Verwitterung der vorhandenen mineralischen Bodenbestandtheile, sondern in der Ansammlung von atmosphärischen Nahrungsstoffen im Boden, da während der Vegetationszeit der Gründüngungspflanze und während der paar weitern Wochen, während welcher sie zur Beschleunigung der Verwesung mit dem Boden verarbeitet wird, so viele Mineralstoffe

im Boden ohnehin schon verwittern, daß die gegebene Pflanzengattung mittelst der zugeführten Stoffe aus der Atmosphäre so gut gedeiht, als nach längerer Brache.

Ich kenne solchen Boden, wie er in Punkt 27 und 28 beschrieben ist; er befindet sich in einer sehr fruchtbaren Gegend mit günstigem Klima und gehört theils der Muschelkalkformation, theils der Lettenkohle an. Er ist in der Mitte von weit entlegenen Orten, wird so zu sagen nie gedüngt (es kann 20—30 Jahre anstehen), und wird in reiner Dreifelderwirthschaft mit reiner Brache bebaut und gibt nach derselben leidliche Erträge an Winter- und Sommergetreide; die Bereicherung des Bodens durch atmosphärische Nahrungsmittel scheint aber durch eine Brache im dritten Jahre nicht auszureichen zur Wiederherstellung der frühern Fruchtbarkeit, die Ernten lassen allmählig nach dem 3. und 4. Brachjahre nach und nun säen die Bauern wieder Luzerne in das Feld, damit der Acker „wieder gut werde," und er wird es in der That nach einer Reihe von Luzernjahren, in welchen durch die beim Umkruch der Luzerne zurückbleibenden Pflanzenstoffe eine solche Menge atmosphärischer Nahrungsmittel im Boden sich angesammelt hat, daß sie mit Hülfe der dem Boden aus der Luft direkt zufließenden atmosphärischen Nahrungsstoffe wieder zu einer Reihe von Ernten zu reichen, trotzdem daß dem Boden durch die jährlichen Ernten der Luzerne eine weit größere Menge von Mineralsubstanzen entzogen wurde, als dieß in den Getreideernten der Fall gewesen wäre, die man in der Zeit, welche die Luzerne auf dem Felde stand, hätte statt ihrer gewinnen können.

Pabst in seiner Betriebslehre Seite 204 erzählt von einem ähnlichen Boden aus der Rheinpfalz bei Pfeddersheim, auf welchem die alte Pfälzer Zweifelderwirthschaft eingeführt und je in dem einen Jahre reine Brache gehalten, im andern Getreide gebaut und auf dem Felde sammt dem Stroh verkauft und gar nie gedüngt wurde.

Er bemerkt hiezu: „Wohl mochte der Boden Anfangs auf einen

niedern Beharrungspunkt [1] herabgekommen seyn, auf welchem er sich aber nachher eine längere Reihe von Jahren erhielt, ohne weiter oder so weit zu sinken, daß der Anbau nicht mehr gelohnt hätte."

Der Boden war ein kalkhaltiger leichter Lehm (der obige auf dem Muschelkalk auch). Wenn dieser Boden wirklich auf seinen Erträgen beharrte, so folgt daraus, daß ihm in zwei Jahren (ein Brachjahr und ein Jahr mit Getreide) aus der Luft nicht mehr atmosphärische Nahrungsmittel zuflossen als eine einzige Getreideernte bedarf, und daß in derselben Zeit jedenfalls soviel Mineralstoffe im Boden verwittert sind, als Eine Getreideernte demselben entzieht. Wir haben aber oben gesehen, daß die während der Vegetationszeit der Gründüngungspflanze und der Zeit ihrer Verarbeitung vor sich gegangene Verwitterung mindestens so viele mineralische Nahrungsmittel im Boden freilöslich macht, als die darauf folgende Ernte nöthig hat.

In der Brache soll aber die Verwitterung beschleunigt werden und so würden in jeder einzelnen Brache mehr Mineralstoffe löslich als die einzige darauf folgende Pflanze braucht oder aus Mangel an atmosphärischen Stoffen brauchen kann. Es müßte sich demnach bei dieser Wirthschaft ein Vorrath von verwitterten mineralischen Nahrungstheilen am Ende derselben ansammeln, der durch die nachfolgenden Besitzer durch bloße Zuführung von Ammoniak und Kohlensäure in den Boden, ohne alle Zufuhr mineralischer Stoffe hätte für eine gesteigerte Vegetation nutzbar gemacht werden können. Schade, daß der Versuch nicht gemacht oder wenigstens wenn er gemacht, nicht bekannt wurde.

All diesem nach können wir auf solchem Boden (Punkt 27 und 28) die Brache entbehren, wenn wir sie durch Gründüngung

[1] Der Beharrungspunkt ist derjenige, wenn der Boden aus bisher künstlich gesteigerter Vegetation auf seine natürliche Produktion zurücksinkt und auf dieser mittelst seiner natürlichen Verwitterungsprodukte und der aus der Luft dargebotenen Stoffe beharrt.

ersetzen, oder da diese nur durch ihre der Atmosphäre entzogenen und dem Boden zugeführten Bestandtheile wirkt, wenn wir auf direktem Wege dem Boden ebensoviel atmosphärische Nahrungsmittel einverleiben, als die Gründüngungspflanze der Luft entzogen hat.

Die Gründüngungspflanze vegetirt aber längere Zeit auf dem Felde und dieses wird nachher noch einige Wochen bearbeitet; die während dieser Zeit stattfindende Verwitterung der Mineralbestandtheile kommt aber gerade der folgenden Ernte zu gut. Ist diese Zeit neben der Zeit, welche die zu erntende Kulturpflanze selbst auf dem Felde zubringt, nothwendig, um ihr die nöthigen mineralischen Bestandtheile durch Verwitterung zu schaffen, so müßte neben der direkten Zufuhr von atmosphärischen Nahrungsstoffen der Boden noch so lange der Verwitterung überlassen bleiben, bis deren Produkte einschließlich derer, welche während der Vegetation der zu erntenden Kulturpflanze verwittern, zu ihrer Ernährung hinreichend sind. Diese Zeit kann durch Bearbeitung des Bodens beschleunigt werden, auch gibt es noch andere Mittel, welche wir in den nächsten Punkten kennen lernen werden.

29) Ein Feld, worin diese mineralischen Nahrungsmittel fehlen, wird durch Brachliegen und mechanische Bearbeitung nicht fruchtbar.

Vollkommen richtig! es ist aber auch nie fruchtbar gewesen und wird auch durch Gründüngung nicht fruchtbar werden.

30) Die Steigerung der Fruchtbarkeit eines Feldes durch die Brache und die mechanische Bearbeitung und Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten, ohne Ersatz derselben, hat in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge.

31) Wenn der Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wieder hergestellt werden.

Ganz sicher; die Zusammensetzung des Bodens muß wieder hergestellt werden, wenn er die ursprüngliche Fruchtbarkeit wieder

erlangen soll. Durch die Brache, durch die Gründüngung wird er wieder in den vorigen Stand gestellt, theils durch Hülfe der Atmosphäre, theils durch Verwitterung; er bleibt aber auf dem Beharrungspunkt. Die Atmosphäre bietet immer wieder von Neuem ihre Stoffe dar, da dieselben aus den Ernten in einem Kreislauf wieder in dieselben ohne unser Hinzuthun zurückkehren. Die dem Boden entzogenen Mineralstoffe kehren aber nicht wieder in ihn zurück, wenigstens nicht in denjenigen, welchem sie entonmmen sind, wenn wir sie ihm nicht besonders zuführen (die mineralischen sind deßhalb wohl auch in diesen beiden Punkten unter „Bodenbestandtheilen" gemeint). Durch die Verwitterung derjenigen Mineralstoffe, welche der Boden neben den löslichen und hinweggenommenen in unlöslichem Zustande in einer gewissen Summe enthält (Punkt 28), wird die Fruchtbarkeit desselben nur so lange wieder hergestellt werden, bis diese gewisse Summe zu Ende ist; von dort an müssen wir sie ihm zuführen. Wenn ein Boden aller nothwendigen mineralischen Bestandtheile (löslich oder unlöslich) baar ist, dann müssen wir ihm auch alle diejenigen mineralischen Stoffe, die wir ihm in den Ernten entziehen, wieder ersetzen, ja wenn wir ihm alsdann je nur das Bedürfniß für Eine Ernte geben, muß dieß nach jeder Ernte wiederholt werden, wenn er fruchtbar bleiben soll.

Es fragt sich nun, ob unsere Felder oder deren Boden so beschaffen sey, daß er in kürzerer oder längerer Zeit seiner löslichen und unlöslichen Mineralbestandtheile durch die Entziehung derselben mittelst der Ernten ohne Wiederersatz völlig baar werde?

Der Boden ist verwitterte Gebirgsart, und ruht entweder noch auf der Gebirgsart, aus der er verwittert ist oder er ist von dem Orte seines Ursprungs entfernt worden; im ersten Falle entspricht sein Inhalt dem der unten liegenden Gebirgsart, im zweiten nicht; der translocirte Boden kann sich trotz seiner Translokation gleich geblieben seyn und entspricht also wenigstens der Gebirgsart, aus der er entstanden ist, wenn auch nicht der unter ihm liegenden; er kann sich

aber bei der Translokation mit den Verwitterungsprodukten einer andern oder mehrerer Gebirgsarten vermischt haben.

Alle Gebirgsarten sind mehr oder weniger der Verwitterung ausgesetzt, da wo die Verwitterungsprodukte nicht entfernt wurden, finden wir daher auf allen Gebirgsarten eine größere oder geringere Menge derselben liegen.

Die Verwitterung der Gebirgsarten wird hauptsächlich durch die Atmosphärilien bewirkt, deren Wirkung theils eine chemische, theils eine mechanische ist; das schnellere oder langsamere Verwittern (oder das Mehr oder Wenigere in der Zeit) hängt von der chemischen und mechanischen Zusammensetzung der Gebirgsarten ab. Ist ihre Cohäsion sehr bedeutend, ist die Verwandtschaft ihrer einzelnen Bestandtheile zu den atmosphärischen Stoffen sehr gering, so wird die Verwitterung langsam, im umgekehrten Falle schnell vor sich gehen.

Wir finden daher nach den interessanten Erhebungen von Fallou die Tiefe des verwitterten Bodens auf den verschiedenen Gebirgsarten im Verhältniß zu der Verwitterbarkeit der letztern. Die Verwitterungsprodukte liegen um so mächtiger auf dem noch unverwitterten Theile der Gebirgsart, je mächtigeren Einfluß die Atmosphärilien auf dieselben haben und je durchdringlicher für dieselben die auf der Gebirgsart liegenden Verwitterungsprodukte selbst sind.

Die Atmosphärilien greifen die Gebirgsart unter dem tief auf ihr liegenden Verwitterungsschutte an und wenn von diesen ein Theil hinweggenommen wird, so wird jenen der Zutritt leichter, und die Gebirgsart wird daher bis auf einen gewissen Grad um so stärker verwittern, je mehr der Boden von ihrer Oberfläche entfernt und sie dadurch der Luft näher gebracht wird. Ich sage bis auf einen gewissen Grad; denn ich will damit nicht behaupten, daß die Verwitternng der nackten Gebirgsart (namentlich wenn sie aus festen Felsen besteht) schneller vor sich gehe, als wenn bereits eine gewisse Quantität Schutt oder Boden auf ihr liegt, unter welchen sich die

Feuchtigkeit, Kohlensäure und Ammoniak ꝛc. halten, während sie am bloßen Felsen flüchtiger vorbeigehen. Wenn nun ein Boden, wie er im Punkt 27 und 28 beschrieben ist, als Verwitterungsboden noch auf seiner ursprünglichen Stelle liegt, so enthält auch die unten liegende Gebirgsart die gleichen mineralischen Bestandtheile wie der Boden und Untergrund im gleichen Verhältnisse.

Wenn wir durch die Ernten dem Boden seine Bestandtheile allmählig entziehen, so vermindert sich dadurch auch das Volumen des Bodens und in demselben Verhältniß können die Atmosphärilien wieder mehr auf die Gebirgsart einwirken; geht die Verwitterung derselben in der Tiefe in gleichem Maße vor sich, wie wir oben dem Boden seine Bestandtheile entziehen, so werden wir den Boden so lange ohne Wiederersatz der ihm entzogenen mineralischen Nahrungsmittel Ernten entziehen können, bis dieselben im Boden und in der Gebirgsart aufgezehrt sind. Geht die Verwitterung langsamer vor sich, als wir die Produkte hinwegführen, so werden wir im gleichen Verhältniß das Feld mehr bearbeiten, mehr brachen oder aber auf längere Zeit brach liegen lassen müssen, bis wieder so viel Stoffe verwittert sind, als weitere Ernten nöthig haben.

Wenn der Boden ein specifisches Gewicht von 1,5 hat, so wiegt der einen Fuß tiefe Boden eines Hektars circa 4,569,000 Kilogramm; die löslichen mineralischen Stoffe und diejenigen, welche es durch die Verwitterung [1] noch werden und welche also sämmtlich im Verlauf der Jahre den Pflanzen zur Nahrung dienen können, sollen in diesem Boden in dem Verhältnisse von Punkt 27 vorhanden seyn

[1] Man muß hier zwischen zwei Arten von Verwitterung unterscheiden; die eine zertrümmert die Gebirgsarten und zerlegt sie in das Gemenge von Gebirgstrümmern, das wir Boden nennen; sie ist vorherrschend mechanischer Art; die andere bewirkt die Auflösung der mineralischen Nahrungsmittel in diesen Gebirgstrümmern in dem Boden; sie ist mehr chemischer Art und wird durch die mechanische Bearbeitung des Bodens nur insofern befördert, als der Luftzutritt verschafft wird. Das zertrümmerte Gebirg der Bergstürze muß eine Reihe von Jahren der Luft ausgesetzt werden, ehe es fruchtbar wird, vergl. z. B. den Goldauer Bergsturz von 1806.

und der Quantität nach 10 Procent des Bodens ausmachen. Setzen wir hier für die „gegebene Pflanzengattung" Getreidearten, so nehmen nach Wolffs Ackerbau S. 964 die zwei Hauptgetreidearten im Mittel in einer mittleren Ernte 250 Kilogramm Aschenbestandtheile aus einer Hektare Land hinweg; der Acker könnte daher ohne allen mineralischen Zuschuß 1829 Getreideernten hervorbringen. Würde nun reine Dreifelderwirthschaft auf diesem Boden getrieben, so könnte sie 2742 Jahre lang ohne Wiederersatz von Mineralstoffen existiren; wäre die Gebirgsart beim Beginn dieser Wirthschaft, wie dieß bei der Mehrzahl derselben der Fall ist, schon auf mehrere Fuß tief verwittert (zertrümmert), so hat die Dreifelderwirthschaft für je 1' Tiefe noch die Aussicht auf weitere 2742 Jahre zu existiren! In dieser Zeit wird aber die Gebirgsart unter dem Untergrunde wohl auch wieder verwittern, und so ist so lange Aussicht zu Fortführung dieser Wirthschaft, bis die den Boden bildende Gebirgsart gänzlich verwittert und die Nahrungsbestandtheile verzehrt sind. Dann liegt aber wieder eine andere Gebirgsart unter ihr, die vielleicht andere Bestandtheile hat, die durch ihre Verwitterung einen andern Boden als den vorherigen bildet und so kann der Boden auf denselben Stellen ohne Anschwemmung durch die Kultur allmählig verändert werden.

Dadurch daß wir dem Boden alljährlich Aschenbestandtheile entziehen, nimmt sein Volumen in gleichem Verhältnisse ab; da aber die Landwirthe ihre einmal gebildete Ackerkrume gleich tief halten, holen sie ebenso allmählig, als dem Boden die Aschenbestandtheile entführt werden, vom Untergrunde eine gleiche Masse Boden herauf. Schon durch diese fortwährende Operation muß der Boden in seinen Bestandtheilen verändert werden. Betrachten wir dieses Verhältniß bei dem vorhin angenommenen Boden (nach Punkt 27), so haben wir, wenn alle mineralischen Nahrungsmittel in demselben aufgezehrt sind, 10 Procent des Bodens verloren und dadurch, daß der Acker immer gleich tief gehalten wurde, 10 Procent Masse aus dem

Untergrund gehoben. Diese gehobene Masse enthält aber selbst nur 10 Procent mineralische Nahrungsmittel; wenn sie dem nach Entzug seiner mineralischen Nahrungsmittel zurückgebliebenen Boden beigemischt sind, wird daher dadurch nur $^1/_{10}$ der entzogenen Stoffe ersetzt (die übrigen $^9/_{10}$ sind Ballast); der ganze Boden enthält also nur noch 1 Procent mineralische Nahrungstheile statt der ursprünglichen 10 Procent. So würde die zweite Periode der oben angeführten Dreifelderwirthschaft nur den zehnten Theil der ersten und sofort dauern und endlich die Perioden sich auf einzelne Ernten, ja nicht einmal auf eine ganze mehr erstrecken. Am Ende bliebe nichts als unauflösliche Kieselerde und Thon 2c. zurück. Um die Fruchtbarkeit dieses Bodens (von mineralischer Seite her) zu erhalten, müßte man nun dem Boden die entzogenen Aschenbestandtheile wieder zuführen oder mit diesen demselben auch diejenigen Mineralstoffe, welche den Pflanzen nicht zur Nahrung dienen, aus demselben entfernen; dann träte der in Beziehung auf seine Mineralbestandtheile gleichartige Untergrund ganz an die Stelle des bisherigen Obergrundes. In dieser letzten Operation hilft uns die Natur nach; indem der Ackerboden je nach seiner mehr oder minder geneigten Lage, nach seinem loseren oder festeren Zusammenhang alljährlich mehr oder minder abgeschwemmt wird. Specielle Untersuchungen über die Quantität und Qualität der jährlichen Abschwemmungen sind mir nicht bekannt; ich erinnere mich nur, daß Schübler über die dem Gebiete des Neckars durch die Ueberschwemmung im October 1824 durch diesen Fluß entführten Stoffe eine Berechnung angelegt hat; ich weiß diese aber nicht mehr zu finden. Thatsache ist aber, daß die jährliche Abschwemmung, namentlich der Aecker bei mittlerer Neigung derselben, eine sehr bedeutende ist; ja ich glaube, daß dem Boden durch dieselbe unendlich mehr Bestandtheile entzogen werden als durch die Ernten.

Ich will hier nicht wieder ein bestimmtes hypothetisches Verhältniß annehmen und den Leser mit einer darauf begründeten

Berechnung ermüden, aber so viel ist sicher, daß wenn, wie wahrscheinlich, die ganze Masse des Bodens gleichmäßig abgeschwemmt wird, der Boden im Verhältniß zu dieser Abschwemmung sicher im Volumen verlieren muß, daß dann um so früher an die Stelle des durch die Ernten ausgezogenen Bodens frischer Untergrund bei immer gleich tiefer Pflugart heraufgebracht wird; so daß hiedurch die mineralischen Nahrungsmittel, obwohl sie mit abgeschwemmt werden, im Boden selbst wieder um vieles später auf die Neige gehen, und der Boden längere Zeit das gleiche Mischungsverhältniß behalten dürfte.

Hiezu kommt ferner, daß, wie wir erst seit sechs Jahren wissen, alle unsere Kulturpflanzen nicht bloß in der Ackerkrume ihre Wurzeln schlagen, sondern sie durchaus in eine bedeutende Tiefe des Untergrunds hinabsenden, wie die von Stöckhardt in Cleve vorgezeigten Roggenpflanzen, wie die von Fürst von Schwarzenberg in Prag ausgestellten sämmtlichen Getreidearten, nebst andern Kulturpflanzen zeigten. Waren doch die Wurzeln der Getreidearten 4—6 Fuß tief, ja die einer vierjährigen Luzernpflanze 23 Fuß tief im Boden gestanden, und noch ist es nicht sicher, ob ihr wirkliches Ende vorhanden war. Die Wurzeln unserer Kulturpflanzen entnehmen daher ihre Aschenbestandtheile nicht bloß der obersten Bodenschichte, der Ackerkrume, sondern auch dem tiefen Untergrunde; die Abnahme an diesen Stoffen in der Ackerkrume wird also in demselben Verhältniß eine geringere seyn, als dieselben dem Untergrunde entzogen werden.

Endlich kommt uns in Beziehung auf den Ersatz der Mineralstoffe an den Boden noch zu gut, daß selbst Wind und Regen dem Boden mineralische Bestandtheile zuführen, wenn auch in geringem Betrage, so macht dieß im Laufe von Jahrhunderten doch manches Stäublein aus. So dürfte sich der nach kurzer oder langer Zeit nothwendige Wiederersatz der durch die Ernten entzogenen Bodenbestandtheile bei einem Boden, wie wir ihn oben angenommen haben, auf eine sehr lange Periode, ja auf Jahrtausende erstrecken; bei einem Boden, der nur 1 Procent lösliche und unlösliche mineralische

Nahrungsmittel enthält, wenigstens auf Jahrhunderte, bei $1/10$ Proc. auf Jahrzehnte. Auf letzterem werden aber auch keine Ernten mehr erzielt, wie wir sie oben angenommen haben, daher auch die Entziehung der Mineralbestandtheile eine weit geringere seyn wird. Nur wo es in der Gebirgsart, aus welcher der Boden entstanden ist, an einzelnen mineralischen Nahrungsmitteln fehlt, müssen wir sie ihm alsbald nach einigen entzogenen Ernten wieder geben; ja wenn sie einzelne gar nicht enthält, am zweckmäßigsten diese gleich mit Beginn des Anbaus zuführen.

Auf ähnliche Weise, wie der bisher besprochene noch auf seiner ursprünglichen Stelle ruhende Verwitterungsboden verhält sich auch der translocirte; je nach seiner gleichartigen Tiefe einschließlich des Untergrunds, wird er kürzere oder längere Zeit seine Verwitterungsprodukte liefern; die unter ihm liegende Gebirgsart wird ebenfalls verwittern und, wenn allmählig deren Theile durch die Verminderung der ursprünglichen Ackerkrume und durch fortwährend gleich tiefes Pflügen in die Ackerkrume kommen oder den Wurzeln der Pflanzen überhaupt zugänglich werden, so wird sich diese allmählig in ihren Bestandtheilen verändern, was je nachdem die untenliegende Gebirgsart beschaffen ist, zum Bessern oder Schlechtern ausfallen kann.

Die beiden Punkte 30 und 31 haben daher in der Jetztzeit nur auf die schlechtesten Bodenarten, die ab ovo der Zufuhren bedürftig wären, Anwendung.

In seiner „Theorie und Praxis" führt Herr von Liebig Seite 8 und 9 die ungeheure Masse von Stickstoff an, welche in England dem Meere zugeführt werde und zwar in Einem Jahre über zwei Millionen Centner Stickstoff, wovon auch nicht ein drittel desselben jetzt durch Guano ersetzt werde und schließt: „Vor dem Jahre 1840, wo die Einfuhr von Guano begonnen hat, würde dieser Mensch" (der es beobachtet) „wahrgenommen haben, daß Großbritannien bis dahin einen noch viel kleinern Bruchtheil als Ersatz empfangen hatte, und daß dennoch die Fruchtbarkeit und die Ertragsfähigkeit der englischen

Felder nicht allein nicht abgenommen, sondern daß sie seit Jahrhunderten stetig zugenommen hatte, ja daß von Jahr zu Jahr der Vorrath an stickstoffhaltigem Dünger in der Düngerstätte der Landwirthe trotz dieses enormen Verlustes beständig sich vermehrt hat."

Wenn diese 2 Millionen Centner Stickstoff nur von den vier Hauptgetreidearten herstammen, und wenn der Stickstoff nicht nur im Urin, sondern auch in den Fäces aus den Städten dem Meere zurinnt, so sind mit ihm 3 Millionen Centner Aschenbestandtheile dem Boden jährlich entzogen worden, das sind die Aschenbestandtheile einer durchschnittlichen Getreideernte von 600,000 Hektaren oder 1,482,000 englische Acre und trotzdem „hat die Fruchtbarkeit der englischen Felder seit Jahrhunderten stetig zugenommen!" der Stickstoff ist durch die Atmosphäre wieder ersetzt, ja vermehrt worden, im gleichen Verhältniß der Aschenbestandtheile, sonst könnte die Fruchtbarkeit nicht gestiegen seyn. Es scheint, daß durch die feuchte Luft in England die Verwitterung des Bodens und dessen Unerschöpflichkeit an mineralischen Nahrungsstoffen mit der Unerschöpflichkeit der Atmosphäre an ihren Nahrungsstoffen in gleichem Verhältniß stehe; oder hätte England seit Jahrhunderten diese verlorenen Aschenbestandtheile irgend woher wieder ersetzt?

Die Jahrhunderte und Jahrtausende, während welcher unser Boden unsere Ernten noch mit mineralischen Nahrungsmitteln zu versehen im Stande ist, wie ich sie oben berechnete, scheinen daher keine Hypothese zu seyn.

Nur wenn der Boden bei seiner ursprünglichen Fruchtbarkeit nicht im Beharrungszustande, sondern durch atmosphärische Nahrungsmittel im Boden gesteigert war, müssen diese dem Boden von Zeit zu Zeit wieder ersetzt werden, sey es durch stärkere mittelbare Zufuhr aus der Luft durch Gründüngungspflanzen, sey es durch mittelbare Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäure, sey es durch Zufuhr organischer Reste, jedenfalls durch mehr als bloße Brachbearbeitung, wenn er auf jenem gesteigerten Stande bleiben soll.

32) Verschiedene Pflanzengattungen bedürfen zu ihrer Entwicklung dieselben mineralischen Nahrungsmittel, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten. Einige Kulturpflanzen müssen Kieselsäure in löslichem Zustande im Boden vorfinden.

Der erste Satz gilt nicht nur von den mineralischen sondern ebensogut von den atmosphärischen Nahrungsmitteln im Boden; von letzteren sogar bei allen Pflanzen.

Da „einige Kulturpflanzen Kieselsäure im löslichen Zustande im Boden vorfinden müssen," andere also nicht, so müssen diese letzteren, da doch alle unsere Kulturpflanzen mehr oder weniger Kieselsäure enthalten, wohl durch ihre Gegenwart die Kieselsäure löslich machen oder weniger davon nöthig haben, als durch die Verwitterung während ihrer Vegetation anfällt.

33) Wenn ein gegebenes Stück Feld eine gewisse Summe aller mineralischen Nahrungsmittel in gleicher Menge und in geeigneter Beschaffenheit enthält, so wird dieses Feld unfruchtbar für eine einzelne Pflanzengattung, wenn durch eine Aufeinanderfolge von Kulturen ein einzelner dieser Bodenbestandtheile (z. B. lösliche Kieselerde) soweit entzogen ist, daß seine Quantität für eine neue Ernte nicht mehr ausreicht.

Wie bei Punkt 32 gilt auch hier der ganze Satz nicht nur von den mineralischen, sondern auch von den organischen Stoffen, wenn es einer Pflanzengattung an dem ihr nothwendigen Stickstoff im Boden fehlt, so wird der Boden für sie ebensogut unfruchtbar, als wenn die für sie nöthige Kieselerde oder irgend ein anderer Stoff nicht löslich vorhanden ist und daher nicht durch eine andere vorhandene ersetzt werden kann oder wenn nicht während der Vegetation der Pflanze neue lösliche Kieselerde durch Verwitterung, neuer Stickstoff dem Boden aus der Luft zukommt.

34) Eine zweite Pflanze, welche diesen Bestandtheil (die Kieselerde z. B.) nicht bedarf, wird, auf demselben Felde gebaut, eine oder eine Reihenfolge von Ernten zu liefern vermögen, weil die anderen ihr nothwendigen mineralischen Nahrungsmittel in einem zwar geänderten Verhältnisse (nicht mehr in gleicher Menge), aber für ihre vollkommene

Entwicklung ausreichender Menge vorhanden sind. Eine dritte Pflanzengattung wird nach der zweiten auf dem nämlichen Felde gedeihen, wenn die zurückgelassenen Bodenbestandtheile für den Bedarf einer Ernte ausreichen; und wenn während der Kultur dieser Gewächse eine neue Quantität des fehlenden Bestandtheils (der löslichen Kieselerde) durch Verwitterung wieder löslich geworden ist, so kann auf demselben Felde beim Vorhandenseyn der anderen Bedingungen die erste Pflanze wieder kultivirbar seyn.

Auch mit diesem Punkt, der aus dem vorigen folgt, verhält es sich wie mit seinen beiden Vorläufern; sie gelten alle drei nicht nur von den mineralischen, sondern auch von den atmosphärischen oder organischen Nahrungsmitteln, kurz von sämmtlichen Nahrungsmitteln der Pflanzen im Boden. Vergleiche Punkt 40. Die erste Pflanze braucht hier beispielsweise viel lösliche Kieselerde, wenn diese für gute Ernten dieser Pflanze nicht mehr zureicht, so kann eine folgen, die weniger Kieselerde aber mehr Stickstoff braucht als die vorhergehende. Ist der Vorrath an Stickstoff für diese zu gering, so kann eine dritte folgen, welche mehr Phosphorsäure braucht (und wenig Kieselsäure), als die beiden vorhergehenden und sich mit dem aus der Atmosphäre mittelbar oder unmittelbar dargebotenen Stickstoff begnügt u. s. f.

Wenn nun in dieser Zeit wieder mehr Kieselsäure im Boden löslich geworden ist, so kann die erste wieder folgen und wenn sich unter dieser wieder mehr Stickstoff im Boden angesammelt hat, die zweite u. s. f.

35) Auf der ungleichen Menge und Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel und dem ungleichen Verhältniß, in dem sie zur Entwicklung der verschiedenen Pflanzengattungen dienen, beruht die Wechselwirthschaft und die Verschiedenheit des Fruchtwechsels in verschiedenen Gegenden.

Betrachten wir einmal die vier Früchte des gewöhnlichen Norfolker Fruchtwechsels, welche Bestandtheile und welche Menge derselben die verschiedenen Früchte dem Boden entnehmen, wie sie in

verschiedener Weise gut oder schlecht nach einander auf dem Acker folgen und untersuchen wir an der Praxis die Wahrheit der Theorie dieses Satzes.

Nach Wolff Ackerbau S. 964 enthalten mittelgute Ernten der nachfolgenden Früchte nachfolgende Bodenbestandtheile in quali und quanto von einer Hektare.

	Stickstoff. Kilogr.	Phosphorsäure. Kilogr.	Kalien. Kilogr.	Kalk u. Magnesia. Kilogr.	Kieselsäure. Kilogr.
1) Kartoffel [1]	82,0	23,1	105,1	14,7	11,4
2) Sommergerste [2]	51,3	29,0	60,4	21,6	114,7
3) Klee	130,8	24,6	105,7	120,9	20,7
4) Winterweizen	51,8	26,1	52,6	18,4	159,1

Nach Seite 123 desselben Werks enthält die Asche

der Kartoffel außerdem	2,5%	Chlor	7,5%	Schwefelsäure
des Klees	3,5%	"	3,3	"
der Weizenkörner . .	"	"	1,0	"
des Weizenstrohs . .	"	"	1,2	"
des Gerstenstrohs . .	"	"	3,9	"

per Hektare.

Demnach ist der Stickstoffgehalt der beiden Getreidearten gleich; etwas mehr enthält die Kartoffel, ungleich mehr die Kleeernte. Der Gehalt an Phosphorsäure ist in allen vier Ernten ziemlich gleich; Kali entnehmen Kartoffel und Klee in gleich großer Menge, die beiden Getreidearten in ziemlich gleichem aber geringerem Maaße; Kalk braucht der Klee mehr als noch einmal soviel als die obigen drei zusammen, die ihn unter sich ziemlich gleich nöthig haben; Kieselsäure bedürfen die beiden Getreidearten im Maximum, die beiden

[1] In Deutschland hat man an die Stelle der Turnips Kartoffeln und seit deren Krankheit Runkelrüben, bei Zuckerfabriken Zuckerrüben gesetzt.

[2] Die Strohernten sind in dieser Tabelle offenbar zu hoch und nur beim Roggen richtig angenommen, der aber auch in seinem Körnerertrag den andern Getreidearten mit Unrecht nachgesetzt ist, sonst aber doch unter allen das meiste Stroh gibt.

andern im Minimum; der Weizen mehr als die Gerste, der Klee mehr als die Kartoffel. Chlor nehmen Kartoffeln und Klee allein mit sich, Schwefelsäure etwas mehr als die beiden Getreidearten.

Aus dem großen Bedarf an Kieselsäure erklärt sich sehr gut, daß die beiden Getreidearten nach den beiden Zwischenfrüchten besser gedeihen, als unmittelbar nach sich selbst, nicht aber warum die Gerste besser nach Weizen folgt als umgekehrt; außer man müßte sagen: für den Weizen sey die Kieselsäure, für die Gerste die andern Bestandtheile wichtiger; ebenso nicht, daß der Weizen lieber hinter Klee folgt als hinter Kartoffel, da letztere nicht nur mehr Kieselsäure hinterlassen als der Klee, sondern auch etwas mehr Kalk und Magnesia und Phosphorsäure; nicht daß die dem Weizen gleichartige Gerste hinter beiden gleich gut folgt; nicht, daß die Gerste nach Kartoffeln so ziemlich ihren günstigsten, der Weizen dagegen so ziemlich seinen ungünstigsten Standpunkt in der Fruchtfolge hat.

Sehr gut erklärt sich aus dem großen Kalk- und Magnesiagehalt der Kleeernte, warum diese Pflanze so selten auf demselben Acker wiederkehren will, und warum sie gerade in dem Norfolker Fruchtwechsel auf geeignetem Boden in der kürzesten Zeit wiederkehren kann,[1] da die drei andern Pflanzen wenig Kalk ꝛc. brauchen, so daß er von dem in vier Jahren anfallenden Kalk ꝛc. mehr als ⅔ für sich nehmen kann. Die Erklärung hinkt aber wieder etwas, wenn man erwägt, daß der im Boden vorhandene Kalk ꝛc. an Kohlensäure und Schwefelsäure gebunden ist, daß der schwefelsaure Kalk schon im reinen Wasser, der kohlensaure Kalk aber in kohlensaurem Wasser löslich, und Kohlensäure nach der Ansicht der Agrikulturchemiker in der Luft und im Boden immer

[1] Die Bodenarten, auf welchen der Klee alle vier Jahre, und wenn auch diese günstige Fruchtfolge stattfindet, gedeiht, sind übrigens nicht sehr verbreitet, daher diesem sonst so zweckmäßigen Fruchtwechsel meist noch zwei bis drei Früchte angehängt werden, um den Klee seltener zu bringen. In den meisten Wirthschaften richtet sich unter andern die Zahl der Schläge nach der Zeit, nach welcher der Klee erfahrungsgemäß auf dem betreffenden Boden wieder gut gedeiht.

genugsam vorhanden ist, ja daß gerade unter dem dichten Stande des Klees dem Boden mehr Kohlensäure zu Gebot steht als sonst. Der Kalk 2c. braucht also für den Klee nicht erst drei Jahre lang zu verwittern, er braucht nur im Boden vorhanden zu seyn; dann sollte aber der Klee auf unsern kalkhaltigen Böden leichter in kurzer Zeit wiederkehren, als es der Fall ist (er folgt sich selbst zwar auf Kalkboden früher als auf fast kalklosen Boden, doch muß auch auf ihm immer ein Zeitraum von einigen Jahren dazwischen liegen). Es sollte der Klee nach Halmfrüchten besser gedeihen als nach Kartoffeln, weil während ihrer Kultur das ihm so nöthige Kali verwittern kann, das ihm gerade die Kartoffeln vorwegnehmen (die Kartoffeln brauchen aber dieselbe Menge Kali wie der Klee und gedeihen vortrefflich nach sich selbst, wie nach Halmfrüchten). Es erklärt sich aus dem Bezug von Aschenbestandtheilen nicht, warum der Klee auf derselben Stelle früher wiederkehren kann, wenn in der Zwischenzeit Kartoffeln gebaut werden, als wenn dieß nicht geschieht.

Eben weil der kohlensaure Kalk 2c. in kohlensaurem Wasser löslich ist, erklärt sich nicht, warum die Kartoffeln so leicht nach sich selbst folgen und der Klee so schwer. Es erklärt sich nur, wenn die Kieselsäure langsamer verwittern sollte als das Kali, warum die Kartoffeln so gut nach sich selbst gedeihen und dieses bei den Getreidearten nicht der Fall ist, indessen ist ein großer Theil des Kali im Boden mit Kieselsäure verbunden, verwittert mit ihr und trägt hauptsächlich zu ihrer Lösung bei. Es erklärt sich endlich nicht, warum die Kartoffel so vortrefflich nach Klee gedeiht als er nach ihr, warum sie überhaupt fast gar nicht nach ihren Vorfrüchten fragt.

Wenn man diesen Normalfruchtwechsel, wie er hier oben in die Aschenbestandtheile seiner Früchte zerlegt ist, betrachtet, so ist man im ersten Augenblick überrascht, wie vollständig sich hier der Satz 35 bestätige!

Die Kartoffeln brauchen vorzugsweise Kali, das läßt ihnen der

Weizen in richtiger Menge; die Gerste braucht mehr Kieselsäure, die tritt ihr die Kartoffel in großer Menge ab; der Klee braucht wieder Kali, das die Gerste zum Theil hinterläßt; er braucht am meisten Kalk und den hinterlassen ihm seine drei Vorgänger in Menge, endlich tritt auch der Klee dem Weizen wieder die so nöthige Kieselsäure ab. Es paßt dieses alles so vortrefflich in einander, wie die Früchte in dem Wechsel selbst in einander passen, wegen welch' letzterer Eigenschaft er auch meist als der Normalfruchtwechsel bezeichnet wird. Bei etwas näherer Beleuchtung zeigt sich aber, daß zwar die Zwischenfrüchte für die beiden Getreidearten besser sind, als wenn sie sich selbst folgen, dagegen kann die Gerste zwischen Kartoffeln und Klee für letztern füglich weg bleiben, denn er folgt ja unmittelbar auf die Kartoffeln und wird von der Gerste im ersten Jahr nur unterdrückt, da er ohne sie sich in diesem schon sehr vollkommen ausbildet. Es ist auffallend, und erklärt sich nicht nur nicht durch Satz 35, sondern spricht geradezu gegen denselben, daß gerade diejenigen zwei Pflanzen, welche das in nicht so reichlicher Menge im Boden vorhandene Kali in großem Maße, die alles Chlor allein und vorzugsweise die Schwefelsäure brauchen, daß gerade Kartoffeln und Klee am gernsten nacheinander folgen und zwar gegenseitig gleichgut (ja statt der Kartoffeln könnte man die in einer Ernte fast 2½mal so viel Kali enthaltenden Runkeln setzen); daß dagegen gerade diejenigen zwei Pflanzen, welche die in großer Menge in den meisten Bodenarten vorhandene Kieselerde in großem Maße brauchen, daß gerade Weizen und Gerste nicht so gut einander folgen und daß ihre Folge nicht einmal gegenseitig gleichgut ist, indem Gerste noch besser nach Weizen als umgekehrt gedeiht, und doch geht die Verwitterung des Kalis so ziemlich Hand in Hand mit der der Kieselsäure u. s. f.

Betrachten wir nun auch noch die eigentlichen Hülsenfrüchte und das verbreitetste Handelsgewächs, den Reps. Es enthält die Ernte auf einer Hectare nach Wolff S. 964:

	Stickstoff Kilogr.	Phosphorsäure. Kilogr.	Kali. Kilogr.	Kalk und Magnesia. Kilogr.	Kieselsäure. Kilogr.	Chlor. Kilogr. nach S. 123.	Schwefelsäure. Kilogr.
von Saubohnen	118,2	36,8	64,7	62,7	15,4	0,7% Korn 0,3 Stroh	1,7 2,1
von Erbsen	106,8	22,7	57,1	60,0	6,6	1,5 Korn 5,4 Stroh	1,8 5,2
" Wicken	116,3	30,2	51,5	81,8	12,2	1,2	4,2
" Reps	93,5	52,6	83,1	83,5	8,8	" Korn 6,4 Stroh	0,8 6,2

Sonach entzieht eine Erbsenernte dem Acker weniger Phosphorsäure, Kali, Kalk und Kieselsäure als die Bohnen und mit Ausnahme des Kalis auch als die Wicken; sie bezieht mehr Chlor und Schwefelsäre als die Bohnen; wie sie sich in dieser Beziehung zu den Wicken verhält, muß ich unbestimmt lassen, da in jener Tabelle das Wickenstroh nicht aufgeführt ist. Die meisten Schwefelsäure- und Chlorverbindungen, namentlich die im Boden enthaltenen, sind aber in Wasser löslich, bedürfen der Verwitterung nicht erst und können daher hier füglich außer Acht bleiben. Nun folgen aber gerade die Erbsen auf dem Felde nicht leicht nach sich selbst, ja später erst mit gleichem Erfolg als der Klee, auch nicht mit Hülfe von Gyps; wogegen die Wicken und Bohnen sehr leicht nach sich selbst, ja unmittelbar folgen.

Der Reps bezieht durch Eine Ernte so viele Phosphorsäure, als im Durchschnitt zwei der andern Früchte zusammen; sein Kaliverbrauch steht in der Mitte zwischen Getreide und Hülsenfrüchten einerseits und Klee und Kartoffeln andererseits. Sein Kalkgehalt kommt dem der Wickenernte so ziemlich gleich; Chlor- und Schwefelsäure braucht er zu seinem Stroh ziemlich viel. Der Reps gedeiht auf einem Felde, das überhaupt nicht ungeeigneten Boden für ihn hat, am besten, wo er noch nie gebaut worden ist; er gedeiht in einer Reihe von Jahren in kurzen Perioden nach einander, läßt

aber in kürzerer oder längerer Zeit, selbst wenn 6—9 Jahre zwischen seinem Anbau liegen, allmählig im Ertrage nach; obwohl gewöhnlich vor ihm Brache gehalten wird, so daß er die Verwitterungsprodukte von zwei Jahren allein zu genießen hat.

Mit dem in Vorstehendem angezogenen Beispiele aus der Fruchtfolge hat es aber sogar die gleiche Bewandtniß, die einzelnen Früchte verhalten sich auf gleiche Weise gegeneinander und gegen sich selbst, wenn wir auch den Acker von Zeit zu Zeit düngen und ihm im Dünger einen großen Theil der entzogenen mineralischen Nahrungsmittel wieder zurückgeben. Die einzelnen Früchte werden nur im Verhältniß der ihnen zugeführten Nahrungsmittel höhere Erträge geben; Kartoffeln und Klee werden aber nach einander folgend gleich höhere Erträge gewähren, Weizen und Gerste auch wieder, zwar noch höhere als ohne Dünger, aber geringere, als wenn neben der Düngung auch die richtige Fruchtfolge eingehalten wird. Alljährlich gedüngte und immer sich selbst folgende Kartoffeln werden immer besser gedeihen als alljährlich gedüngter, auch sich selbst folgender Weizen, ja auch wenn für beide Früchte zu ihrem fortwährenden Anbau je in gleichem Grade günstiger Boden ausgewählt wird.

Betrachten wir den obigen Norfolker Fruchtwechsel auch noch von einer andern Seite, lassen wir den Klee vor dem Weizen weg, und führen dafür reine Brache ein, so bleiben dem nach derselben folgenden Weizen nicht nur die sämmtlichen Mineralstoffe, welche in der Kleeernte dem Boden entzogen wurden, im löslichen Zustande (denn sie mußten ja löslich seyn, sonst hätte sie der Klee nicht in sich aufnehmen können), sondern es kommen ihm auch noch die Produkte der Verwitterung während der Brachbearbeitung zu gut. Es scheint aber fast, als wenn die Verwitterung der Mineralstoffe im Boden, während der Klee auf demselben steht, rascher vor sich ginge, als durch die Bearbeitung der Brache (und doch soll diese vorzugsweise die Zeit der Verwitterung seyn, Punkt 26); sollte die Kohlensäure, die sich zwischen den Kleepflanzen in großer Menge halten soll, etwa

davon Ursache seyn? Es müßten dann in Folge des Klees so viel mehr Mineralstoffe verwittert seyn (gegenüber der Brache), als er selbst dem Weizen in seiner Ernte entzieht. Verwittern während des Klees nur gleich viel Mineralsubstanzen wie während der Brache, so erhält der Weizen nach reiner Brache ein bedeutendes Plus an mineralischen Nahrungsmitteln; und doch gedeiht der Weizen nach Klee besser als nach reiner Brache, wenn zu dieser nicht gedüngt wurde. Eine Beobachtung, welche in reinen Dreifelderwirthschaften, welche allmählig den Kleebau in der Brache einführen, alljährlich tausendfältig gemacht werden kann. Darum ist es auch für den Fruchtwechsel wie für jeden Landwirth ein großer Uebelstand, wenn der Klee in Folge ungünstiger Witterung ꝛc. mißräth, weil er dann, will er die gleiche Ernte erhalten, zu dem folgenden Weizen, und wenn er auch statt des mißrathenen Klees reine Brache hält, düngen muß.

Untersuchen wir nun auch, wie sich die atmosphärischen Nahrungsstoffe zu dem Fruchtwechsel verhalten. In derselben Tabelle von Wolff finden wir den von den verschiedenen Ernten consumirten Stickstoff per Hektare, wie ich hier oben bereits angeführt habe; von der Menge der consumirten Kohlensäure ist dort nichts gesagt, weil auf sie überhaupt kein Werth gelegt wird, da sie im Ueberfluß allen Pflanzen zu Gebot stehe.

Sonach braucht der Klee nahezu das 2½fache einer Weizen- oder Gerstenernte an Stickstoff, die Erbsen das doppelte, Bohnen und Wicken etwas mehr, der Reps etwas weniger als das doppelte, Kartoffeln die Hälfte mehr als eine Getreideernte.

Neben dem, daß der Klee dem Boden in einer Ernte eine so große Menge Mineralstoffe entzieht, enthält er in derselben auch noch die größte Masse von Stickstoff, und doch geräth der Weizen nach ihm besser, als nach ungedüngter reiner Brache, in welcher sich doch, wie wir früher gesehen haben, atmosphärische Nahrungsmittel und darunter auch Ammoniak ansammeln. Ebensogut wie nach dem Klee

gedeiht der Weizen nach Reps, obwohl dieser ihm sehr viele Phosphorsäure und Kali entzieht und zwar nicht so viel, aber doch fast Dreiviertel soviel Stickstoff, wie die Kleeernte enthält.

Der Weizen gedeiht ferner unter günstigen Umständen sehr gut nach Bohnen, obwohl sie in ihrer Ernte fast soviel Stickstoff enthalten als Reps und Klee im Durchschnitt und dem Boden eine ansehnliche Menge Mineralstoffe entziehen; er gedeiht minder aber doch unter günstigen Umständen noch nach Wicken und Erbsen, obwohl erstere die gleiche Menge Stickstoff in ihren Ernten und fast gleiche Menge von Mineralbestandtheilen, letztere aber an allen weniger enthalten als die Bohnen; er gedeiht am schlechtesten nach Gerste und Kartoffeln, obwohl beide am wenigsten Stickstoff von all diesen Pflanzen in ihren Ernten enthalten.

Es scheint demnach fast, die mehr oder minder günstige Folge des Weizens im direkten Verhältniß zu dem in den Ernten der Vorfrüchte enthaltenen Stickstoff zu stehen; denn eine mittlere Ernte von einer Hektare von

Klee	enthält	130,8	Kil.	Stickstoff
Reps	„	93,5	„	„
Bohnen	„	118,2	„	„
Wicken	„	116,3	„	„
Erbsen	„	106,8	„	„
Kartoffeln	„	82,3	„	„
Gerste	„	51,3	„	„

Zur Erklärung dieses Räthsels müssen wir nothwendig den nächsten Punkt in Betrachtung ziehen, der da lautet:

36) Das Wachsen einer Pflanze, ihre Zunahme an Masse und ihre vollkommene Entwicklung in einer gegebenen Zeit, bei Gleichheit aller Bedingungen, steht in Verhältniß zur Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, die Nahrung aufzunehmen. Die Menge der aus der Luft aufnehmbaren Nahrungsstoffe ist abhängig von der Anzahl und der Oberfläche der Blätter, die der aus dem Boden aufnehmbaren Nahrung von der Anzahl und Oberfläche der Wurzelfasern.

Die Blattfrüchte nehmen also mehr Nahrungsstoffe, daher auch mehr Ammoniak aus der Luft als die mit weniger Blättern versehenen Getreidearten.

In unserem Normalfruchtwechsel wird durch die Kartoffel- und Gerstenernte einer Hektare Landes 133,3 Kil. Stickstoff entzogen weniger x Stickstoff, welchen diese beide Pflanzen der Atmosphäre entnommen haben. Wenn für den Weizen die gleiche Fruchtbarkeit des Bodens wieder hergestellt werden soll, die er beim Beginn des Fruchtwechsels hatte, was so ziemlich zu seinem guten Gedeihen nothwendig ist,[1] so müssen dem Boden die entzogenen 133,3 Kil. Stickstoff — x wieder ersetzt werden. Durch eine reine Brache scheint nun dieser Ersatz nach dem bisherigen nicht zu Stande zu kommen, wohl aber annähernd durch den Klee, denn der Weizen nach dem Klee in dieser Folge erträgt beinahe soviel, wie der, welcher an der Stelle der Kartoffeln am Anfang des Fruchtwechsels (natürlich nicht nach vorhergegangenem Waizen) gestanden wäre; der nach reiner ungedüngter Brache aber bei weitem nicht so viel. Es muß also der Klee neben den 130,8 Kil. Stickstoff, welche in seiner Ernte hinweggenommen werden, nahezu noch weitere 133,3 Kil. — x Stickstoff der Atmosphäre entnehmen, sey es nun auf direktem oder indirektem Wege durch den Boden. Die Untersuchung der Masse der Wurzeln und Stoppeln, welche der Klee auf einer Hektare hinterläßt, zeigt nach John in Eldena, wenn sie bis zu 170 Millimeter Tiefe ausgehoben wurden, einen Gehalt an Stickstoff von 90,5 Kil., nach Boussingault, wahrscheinlich aus geringerer Tiefe nur 27,9 Kil.

Bringen wir den Weizen nach Reps und setzen wir die Menge des Stickstoffs vor dem Reps gleich der vor den Kartoffeln in dem Boden, so wird der Weizen in dieser Stellung so gut gedeihen wie

[1] Ging der Kartoffel unmittelbar eine Düngung oder eine reine Brache oder beides voraus, so würde Weizen an der Stelle der Kartoffeln besser gedeihen, als nach Kartoffeln, Gerste, Brache ohne die abermalige Düngung der letztern.

nach Kartoffeln, Gerste, Klee, also nahezu so gut, wie wenn der Weizen an der Stelle der Kartoffeln oder des Repses gestanden wäre. Durch die Repsernte wurden 93,5 Kil. Stickstoff weggebracht; er muß daher nahezu ebensoviel Stickstoff, als er selbst brauchte, aus der Atmosphäre und nur sehr wenig aus dem Boden genommen haben.

Nach Bohnen findet unter sonst gleichen Verhältnissen, wenn sie an die Stelle des Repses gestellt werden, in dem ihnen folgenden Weizen schon einiger Rückschlag statt; sie scheinen daher nicht so viel Stickstoff aus der Luft zu ziehen, als in ihren Ernten weggebracht wird; sie entziehen der Luft auf einer Hektare also nicht 118,2 Kil. Stickstoff. Ebenso scheint es sich mit den Wicken und Erbsen zu verhalten; nur scheinen sie der Luft verhältnißmäßig noch weniger zu entnehmen als die Bohnen.[1] Nicht ganz so wie bei den vorhergehenden Früchten scheint sich die Sache bei den Kartoffeln und der Gerste zu verhalten. Man könnte zwar sagen: beide ziehen verhältnißmäßig am wenigsten Stickstoff (Ammoniak) aus der Luft und entnehmen den meisten in ihren Ernten enthaltenen aus dem Boden; wenn dieß der Grund des schlechten Gedeihens des Weizens nach Kartoffeln und nach Gerste wäre, dann müßte die Gerste ebenso schlecht nach Kartoffeln gerathen als der Weizen; sie müßte ebenso schlecht nach Weizen gerathen, als dieser nach ihr; denn sie brauchen beide gleichviel Stickstoff und ihre Organe sind sich ziemlich gleich; doch dürfte die Gerste verhältnißmäßig noch mehr Blattoberfläche nachweisen als der Weizen. Während aber der Winterweizen nach Kartoffeln so schlecht gedeiht als der Winterroggen, gedeihen Sommer-

[1] Es scheint hienach die Eintheilung der Kulturpflanzen durch die Landwirthe in bereichernde, schonende und erschöpfende wenigstens in Beziehung auf den Stickstoff nicht so lächerlich zu seyn, wie sie gemacht wird; denn wenn der Klee in dem Boden mehr Stickstoff hinterläßt, als er angetroffen hat, so bereichert er denselben an Stickstoff; wenn die Hülsenfrüchte ihren vielen Stickstoff nur zu einem geringen Theil aus dem Boden nehmen, so schonen sie ihn und wenn die Getreidearten ihn zum größten Theil daraus beziehen, so erschöpfen sie ihn!

weizen und Sommerroggen ebenso vortrefflich nach ihnen, wie die Gerste und zwar so, daß ihre Ernte dem Gewichte nach per Hektare gewöhnlich mehr ausgibt, als diejenige der betreffenden Winterfrucht in dieser Stellung. Es muß also hier etwas anderes zu Grunde liegen, möglicher Weise kann der physikalische Zustand des Bodens Einfluß haben.

Daß der Klee, daß die Erbsen erst nach mehreren Jahren auf derselben Stelle wieder gut gedeihen, läßt sich aus ihrem Verhältniß zum Stickstoff ebensowenig erklären als aus dem zu den Mineralstoffen; denn was hindert den Klee jederzeit so viel Stickstoff aus der Atmosphäre zu ziehen, als er braucht, da sie unerschöpflich ist, da sie ihn dem Klee, der in den Zwischenjahren auf andern Feldern gebaut wurde, nicht vorenthält? Was hindert die Erbsen nach kurzer Zeit, wenn eine Düngung, eine Brache oder Klee in derselben auf dem Acker folgt, und ihm Stickstoff zuführt, den wenigen Stickstoff, den sie aus dem Boden brauchen, ihm zu entnehmen, da er dann im Uebermaß für sie vorhanden ist?

Beim Klee könnte noch die Zubereitung des Bodens, sein physikalischer Zustand, welcher nicht so schnell nach ihm zuwege gebracht werden kann, mit influiren, nicht aber bei den Erbsen; denn der äußere Zustand des Bodens, wie sie ihn erfahrungsgemäß erfordern, läßt sich für die nächste Erbsenernte schon über Winter herstellen und auch der durch sie entzogene wenige Stickstoff sammt mineralischen Substanzen durch Düngung wieder ersetzen.

Warum gedeihen gerade nach Klee, Luzerne, nach Reps alle andern Pflanzen so vortrefflich? Alle drei lockern den Boden durch ihre faulenden Wurzeln, wobei nach Reps die mechanische Bearbeitung des Bodens die geringere Wurzelmasse zu ersetzen scheint; alle drei hinterlassen in ihren Wurzeln in dem Boden eine Quelle, eine allmählig fließende Quelle von Kohlensäure und Ammoniak und entnehmen dem Boden selbst von diesen Stoffen nichts oder wenig. Das haben alle drei Pflanzen mit einander gemein.

Die Wechselwirthschaft beruht allem nach nicht auf Einem einzigen Grunde, sondern auf mehreren, von welchen wir den einen und den andern noch gar nicht kennen. Hat man ihre Nothwendigkeit doch auch schon durch das Exkrementiren der Pflanzen zu erklären versucht. Die Versuche von Macaire namentlich sprechen sehr einleuchtend dafür; bald darauf wurde das Exkrementiren der Pflanzen durch die Wurzeln von Seiten der Physiologie wieder ganz geläugnet und doch könnte man leicht versucht seyn, bei Erklärung der Unverträglichkeit einzelner Pflanzen mit sich selbst, darauf zurückzukommen. Wer weiß, was hier noch zu Tage gefördert wird, haben sich ja doch die seichten Wurzeln der Getreidearten erst seit etwa sechs Jahren auf das drei- und vierfache verlängert.

Da wir nun eine geeignete Erklärung der Wechselwirthschaft bis jetzt noch nicht haben, so wollen wir hoffen, daß nicht nur die Chemiker, sondern auch die Forscher in andern Zweigen der Naturwissenschaft sich weitere Untersuchungen nicht verdrießen lassen möchten; denn es ist für denkende Landwirthe oft etwas Trostloses, wenn sie sich rein an landwirthschaftliche Thatsachen halten müssen, ohne deren Gründe zu kennen.

Was den Punkt 36 selbst betrifft, so läßt sich aus demselben und auch aus den nachfolgenden Sätzen nicht entnehmen, ob er von allen Pflanzen überhaupt oder nur von Pflanzen gleicher Art gelten soll. Es handelt sich hier um die Fragen: sind alle Blätter aller Pflanzen in dieser Beziehung gleich organisirt, haben alle auf gleicher Fläche gleichviel Spaltöffnungen? Ziehen alle Spaltöffnungen in gleicher Zeit gleiche Mengen von Kohlensäure und Ammoniak ein?

Für ein und dieselbe Pflanzenart ist der Satz wohl unbedingt gültig und seine Richtigkeit ist für die Landwirthschaft von ungeheurem Werth, wie sich später zeigen wird; gegen seine Richtigkeit für alle Pflanzen stoßen mir dagegen einige landwirthschaftliche Zweifel auf.

Wir haben oben gesehen, daß eine Hektare Klee vielleicht das Doppelte an Stickstoff aus der Atmosphäre zieht als eine Hektare

Raps; sollte nun wirklich die Gesammtoberfläche der Kleeblätter auf einer Hektare noch einmal so groß seyn als die der Repsblätter vor und nach Winter? Soll das Kohlblatt des Rapses genau so organisirt seyn wie das des Klees? Soll es auf gleicher Fläche gleich viele und gleich große Spaltöffnungen haben wie das des Klees? Soll es mit der gleichen Fläche wirklich in derselben Zeit gleich viel Ammoniak aufnehmen wie das des Klees? u. s. f.

Auch in Betreff der Wurzeln scheint mir der Satz etwas bedenklich. Nach der Physiologie sollen die Wurzeln nur durch ihre Spitzen oder den hinter den Wurzelhauben liegenden Saugzellen Nahrungsstoffe aufnehmen. Wenn dieß richtig ist, was hat dann die große oder kleine Oberfläche der Wurzelfasern mit der Mehr- oder Minderaufnahme von Nahrungsstoffen zu thun? Wenn die eine Wurzelfaser lang, die andere kurz ist, jede aber nur eine Spitze hat, so würden beide in gleicher Zeit gleich viel Stoffe aufnehmen können, obwohl bei gleicher Dicke die lange im gleichen Verhältniß der Länge mehr Oberfläche besitzt als die kurze.

37) Wenn während der Blatt- und Wurzelbildung zwei Pflanzen derselben Gattung eine ungleiche Menge Nahrung in derselben Zeit dargeboten wird, so ist ihre Zunahme an Masse ungleich in dieser Zeit, sie ist größer bei derjenigen Pflanze, welche in dieser Zeit mehr Nahrung empfängt, die Entwicklung derselben wird beschleunigt. Dieselbe Ungleichheit in der Zunahme zeigt sich, wenn den beiden Pflanzen die nämliche Nahrung in derselben Menge, aber in einem verschiedenen Zustande der Löslichkeit dargeboten wird.

Durch Darbietung der richtigen Menge aller zur Ernährung eines Gewächses nothwendigen atmosphärischen und tellurischen Nahrungsmittel in der gehörigen Zeit und Beschaffenheit wird ihre Entwicklung in der Zeit beschleunigt. Die Bedingungen der Zeitverkürzung ihrer Entwicklung sind die nämlichen wie die zu ihrer Zunahme an Masse.

Den ersten Absatz dieses Punktes möchte ich beginnen: Wenn caeteris paribus während der Blatt- und Wurzelbildung 2c.; denn wenn zwei Pflanzen auch die gleiche Menge Nahrung dargeboten

wird, so wird doch diejenige sich schneller entwickeln, also auch die dargebotenen Nahrungsstoffe schneller in sich aufnehmen, auf welche bis auf einen gewissen Grad mehr Wärme und Licht, wohl auch Electricität, einwirken.

Der zweite Absatz könnte möglicherweise auch mißverstanden werden; da aber seine richtige Auffassung von großer Wichtigkeit für die Landwirthschaft ist, so erlaube ich mir eine nähere Erörterung desselben. Es kommt darauf an, was man unter beschleunigter Entwicklung versteht. Die Entwicklung einer Haferpflanze besteht darin, daß das Saatkorn die radicula in den Boden treibt, daß die plumula sich am Tage zum Blatt entwickelt; nach und nach bilden sich mehr Blätter, sodann Nebentriebe; später treiben die Triebe Halme, aus den Halmen entwickelt sich die Rispe; diese öffnet ihre Spelze zur Blüthe, die Befruchtung geht vor sich; je mehr die Frucht zur Reife kommt, desto mehr sterben die Blätter von unten herauf ab, später die Halme ebenso, bis die Pflanze abgestorben und damit reif ist.

Alle diese Perioden der Entwicklung werden abgekürzt, wenn es der Pflanze an Nahrungsmitteln gebricht. Dieß läßt sich auf jedem Haferacker, dessen Boden durch Furchen in Beete abgetheilt ist, leicht wahrnehmen. Die Pflanzen in der Furche, denen es an Boden und daher an Nahrungsmitteln fehlt, treiben ihre Sprossen früher in Halme, die Aehren kommen früher zum Vorschein, das Reifen geht schneller vor sich, als dieß bei den Pflanzen auf dem Rücken des Beets der Fall ist, wo mehr Boden und daher auch mehr Nahrungsmittel sich vorfinden. Caeteris paribus findet auf einem mageren Acker die Ernte früher statt als auf einem reichen; die Pflanzen auf jenem sind früher entwickelt als auf diesem; ihre Entwicklung ist daher beschleunigt, sie ist aber desto unvollkommener.

Die Pflanze, welcher alle Nahrungsmittel in hinreichender Menge zu Gebot stehen, treibt in derselben Zeit längere und mehr Wurzeln,

größere und mehr Blätter, kräftigere und mehr Sprossen, und da diese Periode bei ihr länger dauert als bei der Pflanze auf magerem Boden, so entstehen der Organe um so mehr. Das Emporschießen der Halme beginnt auf kräftigem Boden später und dauert an und für sich schon länger; es werden aber auch mehr und stärkere und höhere Halme und abermals größere Blätter und in den Halmen mit zahlreicheren Spelzen versehene Rispen gebildet. Diese kommen später zum Vorschein, brauchen schon ihrer Ausdehnung halber längere Zeit bis sie ganz aus den Scheiden sind; die Blüthe geht so ziemlich gleich schnell von Statten wie bei mageren Pflanzen und die Periode des Reifens dauert nicht in dem gleichen Verhältniß länger wie die vorhergehenden Perioden der eigentlichen Entwicklung. Die Pflanze auf üppigem Boden entwickelt sich in gleicher Zeit schneller als die auf magerem; sie entwickelt sich dabei aber auch noch längere Zeit und deßhalb entwickelt sie sich in weit höherem Maße; die verschiedenen Organe werden größer, vollkommener und zahlreicher, die ganze Pflanze bekommt mehr Masse während einer längeren Vegetationszeit. Dieselbe Wirkung, welche hier caeteris paribus die den Pflanzen in ungleichem Maße dargebotene Nahrung hervorbringt, bringt auch, wie oben schon berührt, caeteris paribus die in ungleichem Maße auf sie stattfindende Einwirkung der Wärme, des Lichts und der Elektricität bis auf einen gewissen Grad bei jeder Pflanzengattung hervor. Auf demselben Boden, in welchem alle Nahrungsmittel, namentlich alle mineralischen im Ueberfluß vorhanden sind, wird dieselbe Pflanze sich caeteris paribus zu größerer Vollkommenheit entwickeln in einem warmen Sommer als in einem kühlen, in einem milderen Klima als in einem rauheren, sie macht offenbar in dem kühlen Sommer, in dem rauhen Klima weniger Gebrauch von den dargebotenen Nahrungsmitteln. Die Wärme ꝛc. beschleunigt aber die Entwicklung der Pflanzen nicht bloß auf die Weise, wie die dargebotene richtige Menge aller Pflanzennahrungsmittel bei längerer Vegetationsperiode, sondern sie beschleunigt die Entwicklung

nach allen Seiten; sie kürzt die Vegetationsperiode ab, die Pflanze entwickelt sich mächtiger oder vollkommener und schneller zugleich. caeteris paribus wird die Pflanze in einem warmen Sommer trotz ihrer vollkommeneren Entwicklung, ihrer größeren Masse ihre Vegetation in kürzerer Zeit beendigt haben, die Ernte wird früher stattfinden als in einem kühlen Sommer; sie wird früher stattfinden in einem milden Klima als in rauhem. Aus diesem Grunde kann man, immer caeteris paribus, in dem milden Klima dieselbe Pflanze später säen und doch früher ernten, und doch höhere Ernten erzielen als in rauherem. Eine ähnliche Wirkung wie die Wärme des einzelnen Jahrgangs oder des milden Klima's hat auch die Empfänglichkeit des Bodens für die Wärme auf die Entwicklung der Pflanzen. Auf einem für die Wärme empfänglicheren oder auf einem warmen Boden, wie wir Landwirthe sagen, wird sich die Pflanze schneller und vollkommener entwickeln als auf einem kalten, wenn alle obigen Einflüsse möglichst gleich sind; ich sage möglichst gleich, denn man kann nicht wohl caeteris paribus sagen, weil kalter Boden an und für sich schon anders zusammengesetzt seyn muß als warmer; denn wenn zwei Bodenarten in allem andern sich völlig gleich sind, so müssen sie auch gleiche Wärmecapacität haben. Wenn wir aber letztere durch ein sonst unschuldiges Mittel erhöhen, wobei der Boden sich sonst gleich bleibt, wie z. B. Veränderung seiner Farbe an der Oberfläche (etwa durch dünn aufgesiebten Kohlenstaub [1]), so tritt auch die Wirkung alsbald ein und dann fast — caeteris paribus.

Sonach ist das, was in dem Punkt 37 von der Wirkung ungleicher Menge Nahrung auf die Vegetation gesagt ist, auf die Wärme der Luft und die Erwärmungsfähigkeit des Bodens auszudehnen, beziehungsweise zu modificiren.

[1] Der zwar auch Ammoniak aus der Luft anzieht, aber es auch festhält, so daß in dieser Lage dem Boden schwerlich mehr Ammoniak aus der Luft zu gut kommt, als ohne den Kohlenstaub, ja vielleicht sogar weniger.

38) Zwei Pflanzen, deren Wurzelfasern eine gleiche Länge und Ausdehnung haben, gedeihen weniger gut neben einander oder nach einander, als zwei Pflanzen, deren Wurzeln, von ungleicher Länge, ihre Nahrung aus ungleicher Tiefe und Ebene des Bodens empfangen.

Der Satz scheint nicht immer richtig, mehr noch in thesi als in praxi, keinenfalls in seiner Allgemeinheit.

Wenn die Nahrungsstoffe für beide Pflanzen bis zu einer gewissen Tiefe im Ueberfluß vorhanden sind, so steht von dieser Seite ihrem Gedeihen neben oder nach einander nichts im Wege, wenn sie auch Wurzeln von gleicher Ausdehnung und Länge haben. Nur wenn es an Nahrungsstoffen für beide bis zu dieser Tiefe fehlt, wird eine andere Pflanze, im Fall sich noch tiefer Nahrungsmittel vorfinden, mit ihren tieferen Wurzeln besser neben der seichter wurzelnden gedeihen als zwei der letzteren nebeneinander. Das Nacheinander folgt nicht einmal daraus.

Aus der landwirthschaftlichen Praxis möchte ich anführen, daß Winterweizen und Winterroggen recht gut auf einem für beide sonst geeigneten Mittelboden als Mengsaat nebeneinander gedeihen, ja im Durchschnitt besser als auf demselben Felde in getrenntem Stande, obgleich beide ziemlich gleiche Länge und Ausdehnung der Wurzeln haben; dagegen gedeiht Winterweizen nach Winterroggen auf dem gleichen Boden schlecht, minder schlecht Roggen nach Weizen.

Hafer mit Wicken, Erbsen, Bohnen rc., welche so ziemlich gleich tief Wurzeln schlagen, gedeihen recht gut neben und nach einander. Der tief wurzelnde Klee und die Luzerne gedeihen nicht gut nach Getreide, während dieses vortrefflich nach jenem folgt.

Wie tief die Kartoffeln wurzeln, ist mir bis jetzt noch nicht bekannt, das Wintergetreide wurzelt aber nur wenig tiefer als das entsprechende Sommergetreide und doch geräth dieses vortrefflich, jenes aber schlecht nach Kartoffeln. Der Lein hat sehr wenig Wurzeln, weit mehr das Wintergetreide, noch mehr der Klee; jenes gedeiht nicht nach Lein, dieser aber sehr gut, wenn er sogar unter ihn gesät wird.

39) Die zum Leben einer Pflanze nöthigen Nahrungsstoffe müssen in einer gegebenen Zeit zusammenwirken, wenn sie zur vollen Entwicklung in dieser Zeit gelangen soll. Je rascher sich eine Pflanze in der Zeit entwickelt, desto mehr Nahrung bedarf sie in dieser Zeit, die Sommerpflanze mehr wie die perennirenden Gewächse.

Der Satz ist unzweifelhaft richtig, dagegen ist mir seine Anwendung am Schlusse nicht recht klar. Die Sommerpflanze entwickelt sich schneller als wie perennirende Gewächse. Was ist hier unter beiden verstanden? Zu welchem von beiden gehören unsere einjährigen Winterpflanzen? Sommerpflanzen sind sie nach landwirthschaftlichen Begriffen nicht, perennirende aber auch nicht. Der Satz läßt sich aber auch weder auf Sommer-, noch auf Winter-, noch auf perennirende Gewächse in pleno anwenden; denn unter allen dreien gibt es rascher oder langsamer wachsende Pflanzen. Die Getreidearten überhaupt, auch manche perennirende Gewächse wachsen zu Zeiten äußerst rasch, dagegen die Hülsenfrüchte langsamer und gleichmäßiger (ob Winter- oder Sommerfrucht), am gleichmäßigsten und längsten die Luzerne und der Klee, weniger die Esparsette.

40) Wenn einer der zusammenwirkenden Bestandtheile des Bodens oder der Atmosphäre fehlt oder mangelt oder die zur Aufnahme geeignete Beschaffenheit nicht besitzt, so entwickelt sich die Pflanze nicht oder in ihren Theilen nur unvollkommen.

Der fehlende oder mangelnde Bestandtheil macht die anderen vorhandenen wirkungslos, oder vermindert ihre Wirksamkeit.

Der Satz ist an und für sich unzweifelhaft und läßt sich noch eine weitere Betrachtung daran anknüpfen.

Es können also nicht nur die zusammenwirkenden Bestandtheile des Bodens, sondern auch die der Atmosphäre fehlen. Herr von Liebig sagt zwar auf Seite 57 der vorliegenden Schrift über die Grundsätze der Agrikulturchemie: „Die Atmosphäre sey ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure.“ Dagegen sagt er auch auf Seite 58: „Da nun die Luft eine sehr begrenzte Menge Kohlensäure und Ammoniak enthält (2,500 Vol. Luft enthalten nur 1 Vol. Kohlensäure und ein

weit kleineres Verhältniß Ammoniak), so ist die Quantität der den Pflanzen zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel wesentlich abhängig von einem Wechsel der mit der Pflanze in Berührung kommenden Luftschichten; die ihrer Kohlensäure und ihres Ammoniaks beraubte Luftschichte muß verdrängt werden durch frische Luft, wenn eine weitere Aufnahme derselben durch die Pflanze erfolgen soll. Zu diesem Wechsel gehört eine gewisse Zeit."

„Es ist klar, wenn wir die Kohlensäure- und Ammoniakmenge in der Luft verdoppeln oder verdreifachen könnten, wie dieß z. B. in geschlossenen Räumen in Mistbeeten geschieht, so würden die Pflanzen unter gleichen Verhältnissen doppelt oder dreimal so viel Kohlensäure und Ammoniak in derselben Zeit aufnehmen oder eben so viel als bei der einfachen Zufuhr in der doppelten oder dreifachen Zeit. In demselben Verhältniß muß eine doppelte oder dreifache Menge mineralischer Nahrungsmittel in Wirksamkeit kommen; denn da sie Bestandtheile der Organe ausmachen, so ist ohne sie eine Zunahme an Masse der Pflanzen in ihren Theilen nicht denkbar; der Ertrag wird durch dieses Zusammenwirken verdoppelt oder verdreifacht werden."

Ferner sagt er Seite 85 schon an einem andern Orte Gesagtes, nämlich: „die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze. Ist nebenbei eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird ihre Entwicklung befördert, aber nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak, und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt."

Ferner sagt er Seite 47 seiner Theorie und Praxis in der Wirthschaft in der Anmerkung: „Aus der Kenntniß der Nahrung, welche die Pflanzen bedürfen, entspringen einige für die Agrikultur wichtige Regeln:"

„1) Durch Zufuhr von verwesenden Vegetabilien wird das Wachs-

thum der Pflanzen beschleunigt, ihr Kohlenstoffertrag gesteigert, insofern durch sie eine Quelle von Kohlensäure gegeben wird."

„2) Durch Zufuhr von verwesenden schwefel- und stickstoffhaltigen Körpern schafft man im Boden eine Quelle von Ammoniak, welche zur Beschleunigung der Entwicklung der Pflanze und zur Vergrößerung ihrer Masse beiträgt."

„3) Da der Uebergang der Kohlensäure zu einem Bestandtheile der Pflanzen vermittelt wird durch die Alkalien oder alkalischen Erden, da ferner ohne Hinzufuhr von phosphorsauren Salzen sich keine Samen bilden, so ist klar, daß mit der Zufuhr der Kohlensäure und von Ammoniak das Gedeihen der Pflanzen nur dann beschleunigt und gefördert wird, wenn die hierzu nöthigen Mineralbestandtheile gleichzeitig gegeben werden."

Ferner Seite 74 desselben Werkes: „Die in der Verwesung sich entwickelnde Kohlensäure ist ein mächtiges Mittel, die Mineralien aufzuschließen und ihre Bestandtheile löslich zu machen."

Ferner Seite 101: „Es wirken in Beziehung auf die Erschöpfung der Felder durch den Getreidebau sicherlich mehrere Ursachen zusammen; daß der Stickstoffverlust keine derselben ist, dürfte wohl einem jeden klar seyn."

In seiner Chemie, in ihrer Anwendung auf Agrikultur (1843) S. 220 sagt Herr von Liebig: „Um ein Maximum von Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Kultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen und dieser Ueberschuß von Nahrung, welcher den Blättern fehlt, er muß dann ihren correspondirenden Organen, welche sich im Boden befinden, zugeführt werden."

Seite 258: „Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesenkultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält."

Ferner rufe ich den Lesern die Punkte 8, 12, 14, 15, 18 in's Gedächtniß zurück.

Trotzdem, daß die Kohlensäure der Atmosphäre unerschöpflich ist, fehlt sie also doch zu Zeiten; wenn es aber nach dem vorliegenden Punkt 40 auch an einem Bestandtheil der Atmosphäre fehlt, so entwickelt sich die Pflanze nicht, oder in ihren Theilen nur unvollkommen; wenn es den Pflanzen also nur in einzelnen Intervallen an Kohlensäure fehlt, so wird sie sich in dieser Zeit nicht entwickeln, ja, da die Kohlensäure ein so wichtiges Auflösungsmittel für andere Stoffe ist, so würden diese aus zwei Gründen in der Zeit des Mangels an Kohlensäure nicht benützt, nämlich aus dem Grund des Punkts 40 und weil sie nicht auflösbar ohne Kohlensäure sind. Nun ist aber die Entwicklung der Pflanze in der Zeit nach Punkt 37, zweiter Absatz von hohem Werth und da wir die anzubauenden Pflanzen in ihrer Entwicklung nie stille stehen lassen, sondern die ganze Zeit ihrer Entwicklungsfähigkeit zu ihrer vollkommensten Entwicklung möglichst benützen wollen, so ist es nothwendig, daß wir dafür sorgen, daß es den Pflanzen niemals an Kohlensäure fehlt, und eine Quelle von Kohlensäure durch verwesende organische Reste im Boden herstellen. Da die aus der Verwesung entstehende Kohlensäure ein so mächtiges Mittel, die Mineralien aufzuschließen und ihre Bestandtheile löslich zu machen, ist, so darf sie auch im Boden selbst nie fehlen; ja sie wirkt schon durch ihre größere Menge daselbst nützlich, weil, wenn lösliche Mineralstoffe nebst ihrem Auflösungsmittel immer im Boden vorhanden sind, die Pflanze, die ihr nur in Intervallen gebotene Kohlensäure der Atmosphäre um so rascher benützen kann. Ist die Kohlensäurequelle hiezu aber nützlich, so ist sie auch nothwendig, wenn man den Nutzen will.

Mit dem Ammoniak verhält es sich ähnlich wie mit der Kohlensäure. Die Pflanzen bedürfen desselben zwar in geringerem Maße; es ist aber auch in geringerem Maße in der Luft vorhanden, und der in den Boden gebrachte Mist entwickelt auch mehr Kohlensäure

als Ammoniak. Das Ammoniak der Luft ist aber den Pflanzen zu Zeiten schwerer, ja oft gar nicht, jedenfalls viel seltener zugänglich als die Kohlensäure. Wird es doch dem Boden und den Pflanzen hauptsächlich in dem Regen zugeführt, der nicht alle Tage fällt, der nicht einmal jedesmal Ammoniak mit aus der Luft herabbringt. Da aber den Pflanzen während ihrer Entwicklung jeder Nahrungsstoff zu jeder Zeit in der nöthigen Menge zu Gebot stehen muß, wenn ihre Entwicklung die vollkommenste werden soll, so ist eine Ammoniakquelle im Boden noch nothwendiger als eine Kohlensäurequelle. Darüber, ob die Ammoniakquelle in dem Boden nothwendig sey oder nicht, sind die Gelehrten noch nicht einig; darüber aber, daß eine Kohlensäurequelle nicht nothwendig sey, scheinen sie einig zu seyn, weil sie annehmen, die Atmosphäre biete sie im Ueberfluß dar, und aus den im Boden bleibenden Resten der Ernten entwickle sich genug, nebendem, daß dem Boden selbst noch aus der Atmosphäre direkt zugeführt werde. So sagt auch Wolff in seinem Ackerbau (1856) S. 375: „Die Kohlensäure ist in so großer Quantität in der Atmosphäre angehäuft, und wird derselben aus Quellen, welche wir in einem frühern Kapitel kennen gelernt haben" (aus dem Innern der Erde, durch Verbrennung und Fäulniß ꝛc.) „stets auf's Neue zugeführt, daß wir die Kohlensäuremenge, welche durch Verwesung der im Boden enthaltenen Humussubstanzen erzeugt wird, wenn auch nicht als wirkungslos, so doch als entbehrlich für Entwicklung der Pflanzen im Allgemeinen betrachten können. Ich habe indessen ebenfalls schon früher angedeutet, daß ich diese im Boden sich ansammelnde Kohlensäure keineswegs als gleichgültig für die Erzeugung der vegetabilischen Masse betrachte; die Pflanze gedeiht, vielfacher Erfahrung zufolge, um so besser, wenn derselben gleichzeitig mit der atmosphärischen Kohlensäure derselbe Nahrungsstoff auch aus dem Boden dargeboten wird; da aber zahlreiche Thatsachen die Ueberzeugung gewähren, daß die Pflanzen auch in einem humusfreien Boden zur Blüthe und vollkommenen Samen-

bildung gelangen, also ohne daß ihnen Kohlensäure aus dem Boden dargeboten wird, so kann man offenbar die Kohlensäure der Ackerkrume nicht als durchaus wesentlich und unentbehrlich für die Entwicklung der Pflanzen ansehen, mithin auch bei der Chemie des Düngers die unter seinen Zersetzungsprodukten befindliche Kohlensäure, als einen — in chemischer Hinsicht nicht auffallend die günstige Wirkung des Düngers erhöhenden Körper — hier wenigstens — unbeachtet lassen."

Die aus der Verwesung organischer Stoffe im Boden entspringende Kohlensäure ist also „keineswegs wirkungslos" „keineswegs gleichgültig, die Pflanzen gedeihen besser" durch sie, aber dennoch ist sie entbehrlich, kann man sie bei der Theorie des Düngers unbeachtet lassen, weil man ohne sie Pflanzen zur Blüthe und vollkommenen Samenbildung gebracht hat. Die Landwirthschaft will aber die Pflanzen in möglichster Vollkommenheit ziehen, sie sollen besser gedeihen als die ohne Kohlensäure im Boden; deßhalb muß sie alles benützen, was in dieser Richtung Wirkung hervorbringt und so muß sie dem Boden für ihre Zwecke nothwendig auch Kohlensäure verschaffen.

Die Chemiker halten die Kohlensäure im Dünger für unwesentlich, nicht nothwendig, weil sie im Ueberfluß in der Atmosphäre vorhanden sey: daß sie nicht jederzeit den Pflanzen zu Gebot stehe, nimmt Herr von Liebig an, auch spricht er sich das einemal mehr, das andere mal weniger für die Nothwendigkeit einer Kohlensäurequelle im Boden aus, ob sie auch immer in genügender Menge in der Luft vorhanden sey, ist mir nicht bekannt.

Boussingault führte einer Rebenpflanze mit 20 Blättern in einem verschlossenen Ballon von 15 Liter Inhalt innerhalb 4 Stunden 60 Liter Luft zu, welche 0,00045 Kohlensäure enthielt, von welcher die Blätter 0,00025 einsaugten; bei einem zweiten Versuch enthielt die Luft 0,0004 und die Blätter nahmen 0,0003 auf; also das einemal nahmen die Blätter $^5/_9$, das anderemal $^3/_4$ sämmtlicher

Kohlensäure weg. Wären es im letzten Fall 27 Blätter gewesen, so wäre sämmtliche Kohlensäure aufgesaugt worden, und noch mehr Blätter hätten nicht soviel vorgefunden als sie aufzusaugen im Stande gewesen wären. Von 0,03 Liter Kohlensäure, welche in den 75 Liter Luft vorhanden waren, haben im letzten Fall die 20 Blätter in 4 Stunden 0,0226 Liter eingezogen, wobei die Luft ihren mittleren Gehalt an Kohlensäure hatte. Das anderemal wurden von den 0,03375 Liter Kohlensäure, welche 75 Liter Luft enthielten, nur 0,01675 Liter aufgenommen. Dieser interessante Versuch zeigt, daß 20 Rebenblätter in 4 Stunden $^3/_4$ der dargebotenen Kohlensäure aufgenommen haben, daß die Blätter von der mehr dargebotenen Kohlensäure relativ und absolut weniger aufgenommen haben, als von der in minderem Maße zugeführten, daß also die Pflanze das einemal mehr, das anderemal weniger Kohlensäure bedurfte, daß dieselben Blätter derselben Pflanze das einemal mehr, das anderemal weniger Kohlensäure anzogen, unabhängig von der mehr oder weniger ihnen zugeführten Menge. Die Pflanze scheint durch ihre Blätter nicht alle ihr dargebotene Kohlensäure zu jeder Zeit aufzunehmen, selbst nicht unter Einwirkung des höchsten Lichts von 11—3 Uhr Mittags, zu welcher Zeit diese Versuche gemacht wurden, sondern nur so viel sie gerade in ihrem innern Haushalt braucht. (Ob es sich mit andern Nahrungsstoffen auch so verhält?)

Das Bedürfniß der Pflanzen an Kohlensäure ist aber zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden, während der berechnete Inhalt der Luft an Kohlensäure im Ganzen nicht sehr, jedenfalls nicht in dem Verhältniß des Bedarfs der Pflanzen wechselt. Betrachten wir die verschiedenen Vegetationsperioden unserer gewöhnlichen Kulturpflanzen etwas näher und zwar in unsern Gegenden in unserer Breite.

Unsere Wintergetreidearten werden Ende September gesät und treiben im Herbste noch einzelne Blätter, bei günstiger Witterung auch noch mehr oder weniger Sprossen; der Roggen und die Wintergerste mehr als der Weizen; der Frost unterbricht die Vegetation

und die erste Periode des Wachsthums, das Treiben von Blättern und Sprossen dauert nach ihm fort, bis für jede Pflanze die zum Schossen nöthige Temperatur kommt, für Roggen und Wintergerste Ende April und Anfangs Mai, für Weizen 3—4 Wochen später. Tritt nun günstige Witterung ein, was für den Weizen öfter der Fall ist, als für Roggen (weil eben der Juni wärmer als der Mai und nicht so rückfällig in die Kälte ist wie dieser), so schossen die Halme sammt ihren Blättern mit Macht aus den Sprossen hervor, so daß die Pflanze innerhalb 14 Tagen bis 3 Wochen (mit Ausnahme der Körner) völlig ausgewachsen in der Blüthe dasteht. Die ganze Masse des Strohes, welches wir bei unserer gewöhnlichen Art, zu ernten, vom Felde bringen, bildet sich in dieser Zeit; nach der Blüthe beginnt die Zeit der Reife, in welcher nur noch die Körner gebildet werden und welche 6—7 Wochen dauert. Ganz so wie das Wintergetreide, verhalten sich auch die Sommergetreidearten, nur ihre erste Periode ist bedeutend abgekürzt, denn ihr Schossen beginnt mit Ausnahme der Gerste trotz ihrer viel späteren Saat nur 8—14 Tage nach dem Schossen der entsprechenden Winterfrüchte. Auf gleiche Weise geht es mit dem Winterreps; er und die Sommergetreidearten wachsen vom Boden aus in Zeit von 14 Tagen bis 3 Wochen und in dieser Zeit bilden sie ihre Blüthen aus. Letzteres geht bei dem Reps etwas langsamer und nach der Blüthe wächst in der Reifeperiode erst die große Masse der Schoten, wodurch er von den Getreidearten abweicht.

Innerhalb 14 Tagen bis 3 Wochen wird die ganze Stroherernte dieser Pflanzen gebildet. Das Stroh der Getreidearten enthält aber im Durchschnitt nach Boussingault bei 110° C. getrocknet fast 50% Kohlenstoff. Nehmen wir den Strohertrag einer guten Getreideernte zu 3,000 Kilogr. per Hektare an, so bleiben nach der Trocknung bei 110° C. noch 75%, von welchen die Hälfte Kohlenstoff ist, der also immer noch 1125 Kilogr. per Hektare beträgt.

In seiner Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie 1843 S. 23 oben, berechnet Herr von Liebig die Absorption der Kohlensäure durch die Blätter auf einen hessischen Morgen nach einer willkürlichen Voraussetzung auf 1000 Pfund Kohlenstoff in 200 Tagen. In der Anmerkung auf derselben Seite berechnet er aus dem Anziehen der Kohlensäure durch den Kalk beim Weißen eines Zimmers, daß auf einen Morgen in 200 Tagen 2993 Pfund Kohlenstoff kommen. Unsere Getreidearten brauchen aber während ihrer stärksten Vegetationszeit, während des Aufschossens im Durchschnitt 1125 Kilogr. Kohlenstoff per Hektare. Nehmen wir die größere, von Herrn von Liebig berechnete Summe voll zu 3000 Pfund per hessischen Morgen an, so beträgt dieß auf den Hektar 5044 Kilogr. in 200 Tagen; also an einem Tag 25 Kilogr. und in 14 Tagen 350 Kilogr., in 3 Wochen 525 Kilogr., also kaum das Drittel bis zur Hälfte Kohlenstoff, welchen die Getreidearten auf 1 Hektar in dieser Zeit brauchen.

Die Vegetation der Bohnen, Erbsen, Wicken, Lupinen verhält sich etwas anders, sie treiben nicht erst Sprossen, sondern entwickeln sich anfangs nach dem Keimen etwas langsam und nehmen dann aber bis gegen das Ende ihrer Vegetation ziemlich gleichmäßig zu. Ihr Bedürfniß an Kohlensäure und überhaupt an Nahrungsstoffen vertheilt sich daher *gleichmäßiger über ihre ganze Vegetationszeit*. Noch gleichmäßiger ist dieß der Fall bei den perennirenden Pflanzen: Luzerne und Klee, welche, wenn sie ein Jahr alt sind, ziemlich gleichmäßig mit dem Anfang der wärmeren Jahreszeit zu wachsen beginnen und erst mit deren Ende aufhören: die Gleichmäßigkeit des Wachsthums wird bei ihnen eigentlich nur durch den Wechsel der Witterung unterbrochen.

Das Erbsenstroh so weit es in unsere Ernte fällt, wächst bei uns gewöhnlich von Ende Mai bis Anfangs August, im Mittel etwa in 75 Tagen; eine mittlere Erbsenernte gewährt 2400 Kilogr. Stroh von einem Hektar, dieselbe gibt bei 100° C. getrocknet 2116 Kilogr.

trockenes Stroh; dieses enthält 45,8%, also per Hektare 969,12 Kilogr. Kohlenstoff. Der Hektar Erbsen hat daher in dieser Zeit täglich 12,92 oder rund 13 Kilogr. Kohlenstoff nöthig, so daß die atmosphärische Kohlensäure ausreichen würde, wenn die Pflanze durch Wurzeln und Blätter in gleicher Zeit so viel aufnimmt, wie die in 4 Tagen 6mal auf die Wand aufgetragene Kalkmilch. Dabei kommt noch in Betracht, daß in der letzten Hälfte dieser Zeit sich auch die Körner der Erbsen ausbilden und diese etwa 1300 Kilogr. per Hektare betragen, welche bei 110° C. getrocknet, 1,188 Kilogr. trockene Erbsen geben, die bei 46,5% Kohlenstoffgehalt, 552,42 Kilogr. Kohlenstoff enthalten, welche sie in etwa 40 Tagen brauchen; so daß für die Erbsen in der letzten Zeit täglich 26,7 Kilogr. nöthig sind. Wonach in dieser Zeit das Bedürfniß der Erbsen an Kohlenstoff nicht ganz befriedigt wird, da die Luft täglich nur 25 Kilogr. bietet. Dazu kommt noch weiter in Betracht, daß Herr von Liebig seine Rechnung daraus gezogen hat, was der Weißkalk in vier Tagen, also in 4mal 24 Stunden angezogen hat, die Pflanzen aber wenigstens durch ihre Blätter nur bei Tag Kohlensäure einsaugen, beim Kalk aber die Einsaugung des Einflusses des Lichts nicht bedarf.

Eine Kleeheuernte von 6000 Kilogr. per Hektare enthält nach Boussingault bei 110° C. getrocknet 4,740 Kilogr. trockene Masse, welche bei 47,4% = 1,246 Kilogr. Kohlenstoff enthält. Der Klee braucht bei uns zu seinem Wachsthum über die Stoppelhöhe von Anfang Mai bis nach Beendigung seines zweiten Schnittes Anfangs September 120 Tage und braucht daher täglich 10,3 Kilogr. Kohlenstoff, welche ihm wenn er auch nur während 9—10 Stunden täglich, also nur bei starkem Licht durch die Blätter einsaugt, nach obiger Annahme vollkommen zu Gebot stehen.

Die Luzerne gibt ungefähr den gleichen Ertrag wie der Klee nur in mehr Schnitten; sie vegetirt ziemlich gleichmäßig (Anfangs lebhafter als gegen das Ende) bei uns von Mitte April bis Ende

Oktober, also 105 Tage und hat also um $1/3$ länger Zeit, ihren Kohlenstoff der Atmosphäre zu entziehen als der Klee. Daher kommt es wohl auch, daß wir die Luzerne so herrlich auf aufgefüllten Straßen- und Eisenbahnendämmen vegetiren sehen, in welchen keine Spur fruchtbarer Ackerkrume, sondern oft nur die reine zertrümmerte Gebirgsart, also keine Kohlensäurequelle zu finden ist.

Auffallend ist, daß gerade die Getreidearten viele Kraft (worunter der Landwirth sämmtliche Nahrungsmittel für die Pflanzen versteht und die auch sämmtlich im Miste enthalten sind, daher er auch von Dungkraft spricht) im Boden in Anspruch nehmen, weniger die Hülsenfrüchte und noch weniger Klee und Luzerne.

Sollte nicht einer der verschiedenen Gründe der Wechselwirthschaft auch in diesen Verhältnissen zu suchen seyn?

Es scheint all diesem nach in unsern Klimaten eine Quelle von Kohlensäure für die gesteigerte Entwicklung aller Kulturpflanzen nützlich, ja für unsere Hauptfrüchte förmlich nothwendig zu seyn. Jedenfalls wäre es wohl der Mühe werth, wenn die Chemiker dieses Verhältniß der Kohlensäure im Boden zur Vegetation mehr untersuchen würden, statt sie unbeachtet liegen zu lassen.

Wenn die Kohlensäure wirklich den Pflanzen so zuströmt, wie die Chemiker es ansehen, wenn auch eine Ammoniakquelle im Boden überflüssig wäre, so möchte ich den Zuckerfabriken rathen, auf ihren Feldern fortwährend Rüben auf Rüben zu bauen, Blätter, Köpfe und Schwänze bei der Ernte auf dem Felde zu verbreiten und unterzupflügen, alle Abfälle aus der Fabrik einschließlich der Preßrückstände wieder dem Acker einzuverleiben, und nichts als den Zucker (Kohle und Wasser) zu veräußern. Sie vermehren durch die Reste der Knochenkohle die Phosphorsäure, durch den Kalk diesen selbst; sie erhalten durch die Preßrückstände, Blätter, Köpfe und Schwänze sogar eine Kohlensäure- und Ammoniakquelle im Boden; ob diese

aber ohne allen weitern Dünger zureicht zur höchsten Produktion?[1] Mit dem Ammoniak scheint es sich etwas anders zu verhalten als mit der Kohlensäure. Die junge Pflanze scheint sich in ihrer Jugend (wenigstens beim Getreide und Klee) einen Vorrath von Stickstoff anzusammeln. (S. Stöckhardts Geschichte der Haferpflanze). Wenn dann die Pflanze schoßt, vertheilt sich dieser angesammelte Stickstoff in dem größeren Volumen derselben mit dem indessen aus Boden und Luft aufgenommenen, daher auch die geschossene Pflanze zwar absolut mehr, relativ aber weniger Stickstoff enthält. Nachher ziehen die Körner ihren Stickstoff aus den übrigen Theilen der Pflanze und, da die verwelkenden Blätter nicht mehr sehr thätig sind, diese das Fehlende durch die Wurzeln aus dem Boden.

Da nun die junge Pflanze durch ihre wenigen Blätter auch nur wenig Ammoniak aus der Luft ziehen kann, so ist es von großer Wichtigkeit, daß sie in ihrer Jugend Ammoniak im Boden findet; daher wohl auch der Guano in dieser Zeit am meisten Wirkung hervorbringt.

Die Hülsenfrüchte, der Klee und die Luzerne können während ihrer längern und langsamern Vegetation auch mehr Stickstoff aus der Luft ziehen als die Getreidearten. *Dieses Verhältniß der verschiedenen Pflanzen zu den atmosphärischen Nahrungsmitteln in der Luft* scheint abermals die landwirthschaftliche Eintheilung der Kulturpflanzen in *aussaugende*, *schonende* und *bereichernde* vollkommen zu rechtfertigen.

41) Wird der fehlende oder mangelnde Bestandtheil dem Boden zugesetzt oder der vorhandene unlösliche löslich gemacht, so werden die anderen *wirksam*.

[1] Aus Boussingaults Untersuchungen seiner Fruchtfolgen zu Bechelbronn S. 200 u. ff. läßt sich vermuthen, daß die Runkelrüben wenigstens die Hälfte ihres Kohlenstoffs dem Boden (Miste) entziehen; jedenfalls geht aus einem Vergleich der ersten und zweiten Fruchtfolge hervor, daß die Runkelrüben 14% ihres Kohlenstoffs dem Boden mehr entziehen als die Kartoffel. Der Zucker enthält so ziemlich $^2/_3$ des Kohlenstoffes der Rübenwurzel. Die Zuckerfabriken werden daher im vorliegenden Fall genöthigt seyn, immerhin den vierten Theil des im Zucker verkauften Kohlenstoffs dem Boden auf andere Weise wieder zu ersetzen.

Durch den Mangel oder die Abwesenheit eines nothwendigen Bestandtheils, beim Vorhandenseyn aller anderen, wird der Boden unfruchtbar für alle diejenigen Gewächse, welche diesen Bestandtheil zu ihrem Leben nicht entbehren können. Der Boden liefert reichliche Ernten, wenn dieser Bestandtheil in richtiger Menge und Beschaffenheit zugesetzt wird. Bei Bodenarten von unbekanntem Gehalt an mineralischen Nahrungsmitteln geben Versuche mit den einzelnen Düngerbestandtheilen Mittel ab, um Kenntniß von der Beschaffenheit des Feldes und dem Vorhandenseyn der anderen Düngerbestandtheile zu erlangen. Wenn z. B. der phosphorsaure Kalk wirksam ist, d. h. den Ertrag eines Feldes erhöht, so ist dieß ein Zeichen, daß derselbe gefehlt hat oder in zu geringer Menge vorhanden war, während an allen übrigen kein Mangel war. Hätte einer von den anderen nothwendigen Bestandtheilen ebenfalls gefehlt, so würde der phosphorsaure Kalk keine Wirkung gehabt haben.

Ich erkenne die Richtigkeit dieses Punkts vollkommen an, nicht nur in Beziehung auf die mineralischen, sondern auch auf die atmosphärischen Nahrungsmittel im Boden. Ich möchte daher in der Mitte des zweiten Absatzes sagen: „Bei Bodenarten von unbekanntem Gehalt an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln 2c." oder statt dessen die beiden Worte „mineralischen und atmosphärischen" streichen. Auch ist der Schluß, daß Ein Nahrungsmittel, wenn dasselbe einzeln aufgebracht den Ertrag des Feldes erhöht, in demselben gefehlt habe oder in zu geringer Menge vorhanden war, nicht ganz richtig; es kann ja dasselbe auch im unlöslichen Zustande vorhanden seyn, aber durch die Verwitterung noch auflöslich werden.

Ich kann nicht umhin ein sehr für die Richtigkeit dieses Satzes sprechendes Beispiel aus meiner Praxis hier anzuführen: Auf einem Neubruch von fünf Morgen, auf welchem, wegen seiner für Fuhrwerke unzugänglichen Lage, kein Mist aufgeführt werden kann, wurde Brache gehalten und auf diese mit 15 □' per Stück und Nacht der Hordenschlag von Hämmeln gebracht. Im August wurde Reps gesäet und dabei auf vier Morgen je fünf Centner Knochenmehl mit ausgestreut und eingeeggt. Ein Morgen in der Mitte blieb also

ohne Knochenmehl. Weil der Acker an einem steilen Hange liegt, so glänzte der blühende Reps im folgenden Frühjahr weit in die Umgegend hinein; ich wurde nun von vielen Seiten befragt, warum in der Mitte ein dunklerer offenbar schlechterer Streifen stehe; so auffallend war der Unterschied im Repse. Der Morgen ohne Knochenmehl gab drei Scheffel per Morgen, der mit Knochenmehl dagegen fünf Scheffel. Das gleiche Maß erhielt ich von der hierauf folgenden Roggenernte. Nach diesem folgte auf dem Acker in Abtheilungen Lein, Hirse, Dotter, Buchweizen; aber alle gingen durch die trockene Witterung so zu Grunde, daß sie sämmtlich untergepflügt wurden. Der Hordenschlag wurde abermals aufgebracht aber nur zu $22\frac{1}{2}$ □′ per Stück und Nacht; im Herbste untergepflügt und im Frühjahr darauf Hafer gesäet. Nun wandte ich abermals Knochenmehl an und zwar auf drei Morgen, welche vor drei Jahren fünf Centner erhalten hatten je vier Centner, auf denjenigen Morgen, der damals keines erhalten hatte, ebenfalls vier Centner und auf einen Morgen neben diesem, der vor vier Jahren fünf Centner erhalten hatte, dießmal k e i n e s. — Die Haferernte verhielt sich nun rein umgekehrt, wie früher die Reps- und Roggenernte; der Hafer auf dem Einen Morgen, der erstmals Knochenmehl erhalten hatte, überragte die andern fast um einen Fuß, auf den übrigen vier Morgen stand er ganz gleich, ob auf's Neue Knochenmehl aufgebracht war oder nicht. (Den Ertrag des Hafers speciell anzugeben, sind mir im Augenblick die betreffenden Papiere nicht zur Hand.)

Hier ist es ganz klar, dem Neubruch fehlte es an Phosphorsäure, daher ihre gute Wirkung; auf dem einen Morgen, der das erstemal kein Knochenmehl erhielt, konnten Reps und Roggen nicht zur vollen Entwicklung kommen, es sammelten sich daher Nahrungsmittel im Boden an, welche nicht aufgenommen wurden; als aber später Knochenmehl aufgebracht wurde, konnten sie mit der Phosphorsäure zusammen in Wirkung treten, daher der alsdann folgende höhere Ertrag. Auf den drei Morgen, wo das erstemal schon Knochenmehl

hinkam, wirkte es das zweitemal gar nicht mehr, weil noch Phosphorsäure genug von früher her im Boden war.

42) Die Wirksamkeit aller Bodenbestandtheile zusammengenommen in einer gegebenen Zeit, ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel in eben dieser Zeit.

Sind hier unter Bodenbestandtheilen nur die mineralischen oder auch die atmosphärischen Bestandtheile des Bodens gemeint? Sind hier unter atmosphärischen Nahrungsmitteln bloß diejenigen verstanden, welche die Atmosphäre den Pflanzen während ihrer Vegetation darbietet, oder auch diejenigen, welche schon als Bestandtheile des Bodens in dem letzteren vorhanden sind?

Man kann sagen 1): die Wirksamkeit aller mineralischen Bodenbestandtheile zusammengenommen in einer gegebenen Zeit, ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel, welche Boden und Atmosphäre in derselben Zeit bieten.

Oder 2) auch: die Wirksamkeit aller Bodenbestandtheile mineralische sowohl als atmosphärische (organische) zusammengenommen, ist abhängig von der Mitwirkung der Nahrungsmittel, welche in derselben Zeit die Atmosphäre bietet.

Man kann 3) sagen: die Wirksamkeit aller mineralischen Bodenbestandtheile zusammengenommen in einer gegebenen Zeit ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel im Boden allein in eben dieser Zeit; und endlich kann man

4) die Wirksamkeit der mineralischen Bestandtheile von der Mitwirkung derjenigen Nahrungsmittel, welche die Atmosphäre selbst in eben dieser Zeit bietet, allein abhängig seyn lassen.

Nach dem bisherigen verschiedenen Gebrauch der Ausdrücke „Bodenbestandtheile" und „atmosphärische Nahrungsmittel" weiß ich in der That nicht sicher, welchen der vier Sätze Hr. v. Liebig mit Punkt 42 geben will; ich möchte aber nach den Vorgängen fast die letzte Auslegung vermuthen.

Die vier verschiedenen Auslegungen sind nicht in gleichem Grade

richtig. Nehmen wir statt den atmosphärischen Bestandtheilen im Boden den verpönten Ausdruck organische Stoffe, so gibt die erste Auslegung das Verhältniß der mineralischen zu den organischen Stoffen und denen der Atmosphäre; die zweite das Verhältniß der mineralischen und der organischen zu denen der Atmosphäre, die dritte das Verhältniß der mineralischen zu den organischen, die vierte das Verhältniß der mineralischen Stoffe zu denen der Atmosphäre.

Die beiden ersten sind wohl gleich vollkommen richtig, die beiden letzten aber nicht; denn bei 3) kann das Verhältniß der Mineralstoffe zu den organischen Stoffen durch die verschiedene Menge der durch die Atmosphäre in derselben Zeit gebotenen Stoffe, bei 4) durch willkürliche Zufuhr der organischen Stoffe gestört werden.

Ich kann daher dem Satze bloß nach den beiden ersten Auslegungen Gültigkeit zuerkennen.

43) Die Wirksamkeit der atmosphärischen Nahrungsmittel in der Zeit ist abhängig von der Mitwirkung der Bodenbestandtheile in eben dieser Zeit, beim Vorhandenseyn der Bodenbestandtheile und ihrer geeigneten Beschaffenheit steht die Entwicklung der Pflanzen im Verhältniß zu der Menge der dargebotenen und aufgenommenen atmosphärischen Nahrungsmittel. Das Verhältniß der Menge und der Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel (ihres Zustandes der Aufnahmefähigkeit) im Boden und die Abwesenheit oder das Vorhandenseyn der Hindernisse ihrer Wirksamkeit (physikalische Beschaffenheit) erhöht oder vermindert die Anzahl und Masse der auf einer gegebenen Fläche kultivirbaren Pflanzen. Der fruchtbare Boden entzieht in den darauf wachsenden Pflanzen der atmosphärischen Luft mehr Kohlensäure und Ammoniak als der unfruchtbare; diese Entziehung steht im Verhältniß zu seiner Fruchtbarkeit und ist nur begrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlensäure und Ammoniak in der Luft.

Der erste Satz in diesem Punkte ist derselben Auslegung fähig wie der vorige; denn dieser ist hier nur umgekehrt angewendet; ich kann ihn daher nur im Sinn einer der zwei ersten Auslegungen anerkennen. Im zweiten Satze geht Hr. v. Liebig aber ganz in die

Auslegung über, welche ich oben bei Erörterung des vorhergehenden Satzes als die seinige vermuthete.

Der zweite Satz ist nur soweit richtig, als die Luft gleichzeitig hinreichend und zu jeder Zeit hinreichend atmosphärische Nahrungsmittel dem Boden und den Pflanzen zuführt. (Punkt 40.)

Der dritte Satz ist wohl einer der wichtigsten für die Landwirthschaft. Er ist aber für unsere Breite nur richtig, wenn der fruchtbare Boden nicht bloß die für alle Pflanzengattungen nothwendigen mineralischen, sondern wenn er auch die nöthigen atmosphärischen Bodenbestandtheile enthält. (S. Punkt 22.)

In Breiten und Klimaten, in welchen die Atmosphäre den Pflanzen zu jeder Zeit Kohlensäure und Ammoniak genug darbietet, da wird der bloß durch Mineralstoffe fruchtbare Boden selbst und die Pflanzen auf ihm fortwährend die atmosphärischen Stoffe aufnehmen und wenn die Atmosphäre so viel von diesen Stoffen immer bietet, als die Pflanze zu ihrer vollkommensten Entwicklung brauchen, so bedarf es keiner Quelle atmosphärischer Stoffe im Boden; unter solchen Verhältnissen kann auch ein solcher Boden fruchtbar genannt werden.

Wenn aber die atmosphärischen Nahrungsmittel nicht zu jeder Zeit in der nöthigen Menge von den Pflanzen aus der Luft und aus dem Boden aufgenommen werden können, so wird das Wachsthum stille stehen; es bildet sich weniger Pflanzenmasse in der Zeit, es bilden sich während des Stillstands keine weiteren Organe, und so ist auch die Pflanze nicht im Stande, später ebensoviel atmosphärische Stoffe in sich aufzunehmen als diejenigen Pflanzen, welche während des Stillstandes der vorigen ungehindert fortwachsen, ungehindert neue Organe treiben konnten.

In unsern Gegenden ist aber, wie wir gesehen haben, nicht zu jeder Zeit atmosphärische Nahrung genug in der Luft für jede Pflanze vorhanden; wenn die Vegetation nicht stille stehen, wenn sie zu ihrer höchsten Entwicklung kommen, wenn die Zeit benützt werden soll, was eben nur auf einem fruchtbaren Boden im höchsten

Grade möglich ist, so muß hier der fruchtbare Boden eine Quelle atmosphärischer Nahrungsmittel, er muß organische Stoffe enthalten. Einen Boden, der alle nöthigen mineralischen Bestandtheile, aber nicht mehr atmosphärische darbietet, als ihm die Luft liefert, wird man daher bei uns nie einen fruchtbaren Boden nennen, sondern man wird ihn entweder durch Zufuhr von Humus und Ammoniak oder von Mist fruchtbar machen müssen; er wird zwar eine gute natürliche Vegetation aufweisen, aber nicht die höchste, nicht die am vollkommensten entwickelte.

„Der" in jeder Hinsicht „fruchtbare Boden also entzieht in den darauf wachsenden Pflanzen der atmosphärischen Luft mehr Kohlensäure und Ammoniak als der unfruchtbare."

Auf dem fruchtbaren Boden wird es den Pflanzen nie an Nahrungsmitteln irgend einer Art fehlen. Die mineralischen sind im löslichen Zustande immer genugsam vorhanden; fehlt es zu Zeiten an atmosphärischen Nahrungsmitteln aus der Luft, so bietet sie die Quelle im Boden selbst dar. Die Pflanze ist also nie durch Mangel an Nahrung in ihrer Vegetation gehindert, sie wird daher caeteris paribus sich mehr und vollkommener entwickeln, mehr und vollkommenere Organe treiben, als die auf unfruchtbarem Boden, wo ihr ein und anderes Nahrungsmittel mangelt oder nur zu Zeiten mangelt. Dadurch, daß die Pflanze auf dem fruchtbaren Boden mehr und vollkommenere Organe entwickelt, ist sie zur Zeit, wenn ihr die atmosphärischen Nahrungsmittel dargeboten werden, im Stande, mehr von diesen aufzunehmen als die magere mit wenigeren, unvollkommener entwickelten Organen versehene Pflanze. Die üppige Pflanze benützt nicht nur die ganze Zeit ihrer Vegetation, sondern sie nimmt in gleicher Zeit durch ihre mehreren Organe auch mehr Stoffe aus der Luft, während die magere auch durch weniger Zeit thätig ist (durch die Intervallen mit Mangel an Nahrungsmitteln) und nicht im Stande ist, so viele Stoffe aus der Luft aufzunehmen wie die üppige, wenn sie ihr dargeboten werden.

Die Pflanze auf dem fruchtbaren Boden wird daher der Luft mehr Stoffe entnehmen, als die auf magerem Boden, aber in welchem Verhältnisse?

In dem bloß mineralisch fruchtbaren Boden der Tropen ist die Antwort einfach: Ihre sämmtlichen mineralischen Bestandtheile hat die Pflanze dem Boden, ihre sämmtlichen atmosphärischen Stoffe der Luft zu verdanken.

Unter unsern Verhältnissen, wo wir Landwirthe die Vegetation möglichst steigern müssen, wozu eine Quelle von atmosphärischen Nahrungsmitteln im Boden nothwendig ist, ist die Beantwortung obiger Frage schwierig, weil eben ein drittes dazu kommt, aus welchem Nahrungsstoffe von den Pflanzen gezogen werden. Daß die Pflanze ihre Aschenbestandtheile nur dem Boden entziehen kann (bis auf den kleinen Theil, den dem Boden die Luft zuführt), ist klar; man kann daher wohl sagen: die Aussaugung des Bodens an Aschenbestandtheilen steht im gleichen Verhältniß zu der Masse der geernteten Pflanze und wenn sie dieselbe auch großentheils den im Boden vorhandenen organischen Stoffen entnommen hätte, so sind diese einmal dem Boden einverleibt und gehören zum Boden. Die landwirthschaftlichen Statiker nehmen den Satz an, die Aussaugung des Bodens (überhaupt) durch die Ernten stehe im Verhältniß zur Masse der Ernten. In Beziehung auf die Aschenbestandtheile ist der Satz soweit richtig; ob auch in Beziehung auf die atmosphärischen? Soll die üppige Pflanze auf dem fruchtbaren Boden in gleichem Verhältnisse ihrer Masse dem Boden atmosphärische Nahrungsstoffe entziehen wie die magern Pflanzen auf dem unfruchtbaren Boden? Soll ein Centner Ernte von derselben Pflanze gleichviel atmosphärische Stoffe aus dem Boden ziehen, ob dieser fruchtbar oder unfruchtbar ist? Zieht nicht das durch Bezug aus der Luft vergrößerte oder gar mehr erzeugte Organ abermals mehr Stoffe aus der Luft? Bilden sich bei den üppigen Pflanzen die Wurzeln und Blätter ganz im gleichen Verhältnisse aus wie die der mageren? Zieht dieselbe Pflanze, wenn ihr

die atmosphärischen Nahrungsmittel gleichmäßig im Boden und in der Luft dargeboten werden, sie auch gleichmäßig durch Wurzeln und Blätter ein oder zieht sie dieselben vorzugsweise durch die einen oder die andern an sich? So könnte ich noch verschiedene Fragen aufwerfen und doch — keine beantworten!

„Schlechte Vorfrucht, schlechte Nachfrucht" und gegentheils „gute Vorfrucht, gute Nachfrucht" ist ein alter landwirthschaftlicher Spruch, der auch viel Wahres hat; es gibt aber eben für dessen Wahrheit außer der verschiedenen Aussaugung durch gute und schlechte Früchte, noch gar vielerlei Gründe.

Ich möchte übrigens nach meinen Beobachtungen vermuthen, daß die üppigen Pflanzen nicht nur im Verhältniß ihrer Masse, sondern noch mehr Stoffe aus der Atmosphäre ziehen als die kümmernden, und daß daher dem Boden selbst weniger an atmosphärischen Stoffen durch eine üppige Ernte entzogen werden, als durch eine magere von derselben Pflanze.

Nach Punkt 43 steht diese Entziehung der Stoffe aus der Atmosphäre durch die Pflanzen „im Verhältniß zu der Fruchtbarkeit des Bodens und ist unbegrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlensäure und Ammoniak in der Luft." Hiemit ist nur gesagt, daß die Pflanzen auf dem fruchtbaren Boden der Luft mehr entziehen als die auf einem mageren; das Verhältniß der Masse der Pflanzen zu dieser Entziehung ist damit noch nicht bestimmt ausgesprochen.

Da diese Entziehung durch den begrenzten Gehalt der Luft an Kohlensäure und Ammoniak begrenzt ist, so werden wir da, wo die Grenze des Gehalts am weitesten gesteckt ist, die höchsten Ernten von dem fruchtbaren Boden ziehen; wo die Grenze am engsten gezogen ist, dagegen die geringsten Ernten erhalten. Diese Gehaltsgrenze kann dadurch beengt werden:

1) daß die Luft an einem Orte überhaupt weniger Kohlensäure und Ammoniak enthält als an andern,

2) dadurch, daß die Vegetationszeit ein und derselben Pflanzenart

durch das Klima abgekürzt ist und sie also nicht so lange aus dem sonst gleichen Vorrath der Luft schöpfen können,

3) wird diese Grenze am engsten gezogen, wo beide Fälle zusammentreffen, wo bei minderem Gehalt der Luft das Klima die Vegetationszeit abkürzt.

Wenn wir nun auf gleich fruchtbarem Boden troß dieser Begrenzungen dennoch gleich hohe Ernten erzielen wollen, müssen wir durch den Boden den Pflanzen so viel mehr Kohlensäure und Ammoniak zuführen, im ersten Falle als ihnen die Atmosphäre versagt, im zweiten Fall, als sie in der kürzern Zeit weniger aus der Atmosphäre ziehen können und im dritten Fall die Summe jener beiden Fälle zusammengenommen. Endlich wird aber noch die Entziehung der atmosphärischen Nahrungsmittel durch die Pflanzen sowohl aus dem Boden als aus der Luft durch die Natur der verschiedenen Pflanzen selbst begrenzt.

44) Bei gleicher Zufuhr der atmosphärischen Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen stehen die Ernten in geradem Verhältniß zu den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsmitteln.

So wie der Satz da steht und wie ihn jeder Unbefangene auffassen wird, ist er nur unter den Tropen richtig, wo entweder die Luft so viel atmosphärische Nahrungsmittel liefert, als nur die üppigste Vegetation des Erdbodens nöthig hat, oder wo die Wärme die Pflanzen befähigt, alle atmosphärischen Nahrungsstoffe in größter Menge aus der Luft zu ziehen.

Nach Boussingault enthalten 100 Kil. Weizenkörner 46,1 Kohlenstoff, 2,3 Stickstoff und 2,4 Asche; ferner 100 Kil. Weizenstroh 48,1 Kohlenstoff, 0,4 Stickstoff und 7,0 Asche. Nehmen wir in der Weizenernte das Verhältniß des Strohs zu den Körnern = 2:1 an, so sind in 100 Kil. Weizenernte 47,43 Kil. Kohlenstoff, 1,033 Kil. Stickstoff und 5,466 Kil. Asche. So vielmal daher eine Weizensaat auf einer Hektare 5,466 Kil. ihrer Aschenbestandtheile (alle zusammen-

genommen und in richtigem Verhältniß untereinander) dem Boden entziehen kann, so vielmal wird sie 47,43 Kil. Kohlenstoff und 1,033 Kil. Stickstoff der Atmosphäre direkt oder indirekt entziehen und ebenso oft 100 Kil. Ernten bilden, soweit der Vorrath der Luft in der Zeit und die Natur der Weizenpflanze rc. es zuläßt. Fehlt es dem Boden an diesen Aschenbestandtheilen, kann der Weizen auf einer Hektare etwa nur 54,66 Kil. von demselben aufnehmen, so werden wir auch nicht mehr als 1000 Kil. per Hektare ernten können; setzen wir nun diesem Boden 54,66 Kil. Weizenasche zu, so werden wir 2000 Kil. ernten können u. s. f. Dort ist also in solchen Fällen rein mineralischer Dünger mit Erfolg anwendbar.

Obwohl im Punkt 44 von „im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsmitteln" die Rede ist, so braucht, da ja eben nur die mineralischen Stoffe unter obiger Voraussetzung im Dünger wirksam seyn sollen, in dem Dünger (Pflanzennahrung) auch kein atmosphärisches Nahrungsmittel enthalten zu seyn; also kann auch hier vom reinen mineralischen Dünger gesprochen werden.

Es ist möglich, daß in Gegenden, wo es nie friert, die Verwitterung langsamer vor sich geht als in unsern Breiten; wenn dabei dem Boden noch üppigere Ernten entnommen werden, als es bei uns möglich ist, so werden ihm durch diese mehr Mineralstoffe entzogen, während andererseits der Boden durch die Verwitterung weniger bietet. Unter solchen Umständen ist es wohl möglich, daß wenn von den Ernten nur die Körner genommen werden, das Stroh aber auf dem Felde verbrannt wird, hiedurch allein die Fruchtbarkeit wieder hergestellt wird. Doch sollte man vermuthen, daß das, was jenen Gegenden durch den Mangel an Frost in Beziehung auf die Verwitterung des Bodens abgeht, gerade durch die üppige Vegetation, die ja selbst soviel zur Verwitterung beiträgt, wieder ersetzt werde.

In unsern Breiten ist der Satz wie überall nur richtig, wenn oder soweit es überhaupt an den mineralischen Nahrungsmitteln im

Boden fehlt, wie in dem vorhin angeführten Beispiel nach Punkt 41, und wenn man unter dem Worte „bei gleicher Zufuhr der atmosphärischen Bedingungen" nicht nur die durch die Atmosphäre zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel versteht, sondern auch die durch den Dünger selbst zugeführten.

So lange die Zufuhr aus der Atmosphäre zur vollkommensten Entwicklung der Pflanzen nicht zureicht, so lange in derselben Kohlensäure und Ammoniak für die betreffende Pflanze nicht im Ueberfluß zu jeder Zeit vorhanden sind, oder so lange die Blätter der Pflanzen durch die Wärme nicht befähigt sind, das höchste Maß dieser Stoffe der Luft zu entnehmen, so lange wird auch die Zufuhr von beiden im Dünger zur Steigerung der Ernte beitragen. So lange die Zufuhr an organischen Stoffen durch den Dünger nicht zureicht, um die aus der Luft den Pflanzen mangelhaft zugeführten Stoffe bis zu der Menge, die zu ihrer höchsten Entwicklung nöthig ist, zu ergänzen, so lange werden die Ernten ebenfalls im geraden Verhältniß zu den im Dünger zugeführten atmosphärischen Nahrungsmitteln stehen, so gut, als wenn es dem Boden an mineralischen Nahrungsmitteln fehlt, die Ernten zu deren Zufuhren im Dünger im Verhältniß bleiben werden.

In unsern Verwitterungsböden fehlt es aber, wenn die Gebirgsart, aus welchen sie verwittert sind, die Aschenbestandtheile der Pflanze enthält, seltener an denselben; dagegen um so häufiger an den atmosphärischen Stoffen.

45) Bei gleichen tellurischen Bedingungen stehen die Ernten im Verhältniß zu der Menge der durch die Atmosphäre und den Boden zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel. Wenn den im Boden vorhandenen wirksamen mineralischen Nahrungsmitteln Ammoniak und Kohlensäure zugesetzt werden, so wird seine Ertragsfähigkeit erhöht.

Die Vereinigung der tellurischen und atmosphärischen Bedingungen und ihr Zusammenwirken in der richtigen Menge, Zeit und Beschaffenheit bedingen das Maximum des Ertrages.

Der erste Absatz dieses Punktes, der Gegensatz vom vorigen

Punkte, ist für unsere Gegenden allgemeiner richtig, als für die Tropen.

Die Richtigkeit des Satzes hört auf, sobald durch die Atmosphäre und den Boden mehr atmosphärische Nahrungsmittel zugeführt werden, als zu den vorhandenen „gleichen tellurischen Bedingungen" im richtigen Verhältniß für die Ernährung der Pflanzen stehen, und wenn dann dem Boden Ammoniak und Kohlensäure zugesetzt werden, so wird seine Ertragsfähigkeit dadurch nicht erhöht.

Der Satz ist daher nur gültig, wo die „tellurischen Bedingungen" im höchsten Maße oder gar im Ueberfluß vorhanden sind, und soweit es die Natur der Pflanze selbst zuläßt.

In den Tropen ist Ueberfluß oder wenigstens das höchste Maß von atmosphärischen Nahrungsmitteln in der Luft; meist noch sind sie wenigstens in zureichender Menge daselbst im Boden, theils aus der Luft, theils aus den Rückständen der abgeernteten Pflanzen vorhanden. Hier hilft daher die Zufuhr dieser Stoffe durch die Luft oder den Boden nichts mehr; die Ernten bleiben im Verhältniß zu den tellurischen Bedingungen und wenn diese daselbst gleich sind, werden auch jene gleich seyn.[1]

In unserer Breite, wo wir, wenn die Verwitterung auch nur in gleichem Maße stattfindet, in unsern minder üppigen Ernten dem Boden weniger Mineralsubstanzen entziehen als dort, stehen den folgenden Ernten auch mehr Mineralsubstanzen zu Gebot, weniger dagegen die atmosphärischen Nahrungsmittel. Aus diesen Gründen

[1] Wenn in den wärmeren Gegenden in der That nicht mehr atmosphärische Stoffe den Pflanzen in der Luft zugeführt würden, als in den rauheren (was wegen der schnelleren Fäulniß in der höheren Temperatur unwahrscheinlich ist), so mag doch die höhere Wärme die Pflanzen mächtiger entwickeln, so daß sie von den dargebotenen Stoffen mehr nehmen können (S. 37), auch wird die Vegetation daselbst weniger durch kältere Intervallen unterbrochen als bei uns, daher die Vegetationszeit, das eigentliche Wachsthum doch längere Zeit dauert als in rauheren Gegenden, wenn gleich die Pflanzen hier längere Zeit auf dem Acker zubringen. Durch beides können die Pflanzen in wärmeren Gegenden die Atmosphäre mehr ausnützen, auch wenn sie nicht mehr Nahrungsstoffe darböte als in rauhem Klima.

wird daher, wenn den vorhandenen wirksamen mineralischen Nahrungsmitteln unserer Verwitterungsböden (s. oben) Ammoniak und Kohlensäure zugesetzt werden, die Ertragsfähigkeit dieser Böden erhöht werden.

„Die Vereinigung der tellurischen und atmosphärischen Bedingungen und ihr Zusammenwirken in richtiger Menge, Zeit und Beschaffenheit, bedingen das Maximum des Ertrags."

Wie sollen wir Landwirthe nun diese Vereinigung herstellen, wenn wir das Maximum in unsern Erträgen erreichen wollen? Darüber sind die Gelehrten eben noch nicht einig; sie streiten sich darüber: ob der Stickstoff im Dünger oder die mineralischen Bestandtheile im Dünger maßgebend für dessen Wirkung seyen?

Bis dieser Streit zu Ende ist, werden die Landwirthe nach dem bisherigen indessen wohl daran thun, wenn sie auf gleichem, fruchtbarem Boden dessen Fruchtbarkeit dadurch zu erhalten und zu steigern suchen, daß sie unter den Tropen in dem zugeführten Dünger nach Liebig mehr die mineralischen Nahrungsmittel, in unseren Breiten aber nicht nur mehr den Stickstoff nach Wolff, Stöckhardt und andern, sondern überhaupt mehr die atmosphärischen oder organischen Nahrungsmittel beachten und auf ihre Zufuhr Rücksicht nehmen.

46) Die Zufuhr einer größeren Menge atmosphärischer Nahrungsmittel (mittelst Ammoniaksalze, Humus), als die Luft darbietet, erhöhet die Wirksamkeit der vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel in einer gegebenen Zeit. In derselben Zeit wird alsdann von gleicher Fläche mehr geerntet, in einem Jahre möglicher Weise soviel als in zwei Jahren ohne diesen Ueberschuß.

Der Inhalt dieses Punktes ist schon beim vorhergehenden besprochen. Die Zufuhr wirkt nur, wenn die Luft den Pflanzen und dem Boden nicht jeder Zeit genug zu ihrer höchsten Entwicklung zuführt und soweit sie einschließlich der Zufuhr durch die Luft, im

richtigen Verhältniß zu den vorhandenen mineralischen Bestandtheilen bleibt.

47) In einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Boden kann der Ertrag des Feldes durch Zufuhr von denselben Stoffen nicht erhöht werden.

48) In einem an atmosphärischen Nahrungsstoffen reichen Felde kann der Ertrag durch Zufuhr derselben Stoffe nicht gesteigert werden.

Beides vollkommen richtig, sofern der Reichthum an den Ueberfluß grenzt!

49) Von einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Felde lassen sich in einem Jahre oder in einer Reihenfolge von Jahren durch Zufuhr und Einverleibung von Ammoniak allein, oder von Humus und Ammoniak, reichliche Ernten erzielen, ohne allen Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile. Es hängt alsdann die Dauer dieser Erträge ab von dem Vorrathe, der Menge und Beschaffenheit der im Boden enthaltenen mineralischen Nahrungsmittel. Die fortgesetzte Anwendung dieser Mittel bewirkt eine Erschöpfung des Bodens.

Die fortgesetzte Anwendung dieser Mittel bewirkt eine Erschöpfung des Bodens, soweit nicht die durch die Ernten entzogenen mineralischen Nahrungsmittel durch die fortdauernde Verwitterung des Bodens und der untenliegenden Gebirgsart wieder ersetzt werden.

50) Wenn nach dieser Zeit der Boden seine ursprüngliche Fruchtbarkeit wieder erhalten soll, so müssen ihm die in der Reihe von Jahren entzogenen Bodenbestandtheile wieder zugeführt werden. Wenn der Boden in zehn Jahren zehn Ernten geliefert hat, ohne Ersatz der hinweggenommenen Bodenbestandtheile, so müssen ihm diese in der zehnfachen Quantität im elften Jahre wiedergegeben werden, wenn derselbe seine Fähigkeit wiedererhalten soll, eine gleiche Anzahl von Ernten zu liefern.

Wenn der Boden ursprünglich die Mineralsubstanzen für zehn Ernten enthielt, wenn während der zehn Ernten keine Mineralsubstanzen dem Boden durch Verwitterung und aus dem Untergrunde zukommen, und wenn zu seiner ursprünglichen Fruchtbarkeit die für

zehn Ernten hinreichenden Mineralsubstanzen nothwendig sind, so ist der Satz richtig, sofern ihm wieder zehn Ernten bloß mittelst Zufuhr von Humus und Ammoniak aufs Neue entzogen werden sollen.

Werden aber die durch die Ernten dem Boden entzogenen Mineralsubstanzen durch die Verwitterung fortwährend wieder ersetzt, so können durch diese Mittel auch die Ernten fortwährend erzielt werden. Hält die Verwitterung mit der Entziehung durch die Ernten nicht gleichen Schritt, so wird sich der Wiederersatz so lange hinausziehen dürfen, bis die ursprünglich vorhandenen Mineralstoffe einschließlich derjenigen, welche während der Ernten durch Verwitterung hinzugekommen sind, soweit verzehrt sind, daß der Ueberrest zu weitern Ernten nicht mehr zureicht, wenn nur während der Zeit fortwährend Ammoniak und Humus zugeführt werden. Je stärker die Verwitterung stattfindet, um so später wird der Zeitpunkt des nothwendigen Wiederersatzes eintreten und umgekehrt. Die Verwitterung kann übrigens auch durch Zusatz von gelöschtem Kalk befördert werden, wie Fuchs in München nach v. Liebig entdeckt hat.

Obwohl Herr v. Liebig den Werth der Zufuhr von atmosphärischen Nahrungsstoffen im Dünger zugibt, so geht doch aus allen fünfzig Thesen zusammen genommen hervor, daß er mehr Werth auf die im Dünger zugeführten Mineralstoffe legt, daher er auch in den zwei letzten Thesen zum Schlusse noch mit deren Wiederersatz sich beschäftigt. Irrthümliche oder vielleicht auch irrthümlich aufgefaßte Angaben von „erfahrenen,“ von den „zuverlässigsten Landwirthen“ mußten ihn darin bestärken.

In seiner „Chemie in Anwendung auf Agrikultur 1843“ S. 260, sagt Herr v. Liebig: „Auf einem Morgen“ (nach den Vor- und Nachgängen hessisch) „guten Wiesenbodens gewinnen wir nach der Angabe der zuverlässigsten Landwirthe 2500 Pfund Heu“ (hessisch wie oben), „die Wiesen liefern diesen Ertrag ohne alle Zufuhr von

organischen Stoffen, ohne kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gips kann derselbe bis zum doppelten gesteigert werden, nehmen wir aber an, diese 2500 Pfund Heu seyen das Maximum, so ist gewiß, daß aller Kohlenstoff und Stickstoff dieser Wiesenpflanzen von der Atmosphäre stammt."

Wenn diese Annahme in der nun folgenden Deduction irgend Gültigkeit haben soll, so muß angenommen werden, daß die Wiese diese 2500 Pfund Heu mindestens ohne Wässerung, ohne irgend eine Ueberschwemmung, ohne irgend einen Zufluß von Wasser aus Aeckern 2c. gewähre; denn sobald wir ihr Mineralsubstanzen irgend einer Art durch Wasser zuführen, so werden ihr in demselben auch atmosphärische Nahrungsmittel zugeführt, so gut wie im Dünger, und eben deßhalb vertritt ein gutes Wasser bei einer gehörigen Wässerung den Dünger auf den Wiesen.

Herr v. Liebig zieht nun aus obigen Annahmen folgende Schlüsse: 2500 Pfund Wiesenheu sind = 2150 Pfund bei 110° C. getrocknet nach Boussingault und enthalten 984 Pfund Kohlenstoff und 32,2 Pfund Stickstoff. „Für je 100 Theile Kohlensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbirt werden, empfangen die Wiesenpflanzen aus der Luft etwas mehr als einen Theil Ammoniak.

„Für 1000 Pfund Kohlenstoff ernte man

auf einer Wiese	. . . . .	32,7	Stickstoff
auf den Kulturböden	Weizen .	21,5	"
	Hafer .	22,3	"
	Roggen .	15,2	"
	Kartoffeln	34,1	"
	Runkelrüben	39,1	"
	Klee . .	44	"
	Erbsen .	62	"

„Boussingault erntete in Bechelbronn in seinem Fruchtwechsel in

16 Jahren 27,424 Kohlenstoff und 858,5 Stickstoff, oder in Summe auf 1000 Kohlenstoff 31,3 Stickstoff."

„Es geht hieraus als das merkwürdigste und wichtigste Resultat hervor, daß wenn wir Kartoffeln, Weizen, Rüben, Erbsen, Klee (Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen) auf einem und demselben und zwar dreimal reichlich gedüngten Felde durch einander gepflanzt hätten, so würden wir in 16 Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenstoff dasselbe Verhältniß von Stickstoff ernten, wie auf der Wiese, die keinen Dünger erhielt."

Man sieht hier, wie wichtig es ist, daß die Wiese auch keinen Dünger in Wasser empfing, als welchen das auf die Wiese fallende Regenwasser bietet. Trotzdem heißt es auf S. 264, daß dieser Wiese „nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt wurden."

Es läßt sich unter dieser Voraussetzung noch ein weiteres ebenso merkwürdiges und wichtiges Resultat ziehen. 2500 Pfd. Heu per hessischen Morgen ist = 5000 Kil. Heu per Hektare. Nach Wolff's Ackerbau, S. 964, enthalten

	Stickstoff.	Asche.	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk und Magnesia.	Kieselsäure.
5000 Kil. Wiesenheu	66,5	308	16,6	72,3	77,3	97

welche der Boden der Wiese ohne allen Zuschuß von außen, also durch Verwitterung jährlich liefert. Alle diese Stoffe reichen zu einer Roggenernte von 4900 Kil. (Verhältniß der Körner zum Stroh = 16 : 38); es enthalten aber (ebenfalls nach Wolff)

	Stickstoff.	Asche.	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk und Magnesia.	Kieselsäure.
4900 Kil. Roggenernte	39,8	162,4	14,4	35,4	12,7	92,28,

es bleiben daher im Boden verwittert nach der Roggenernte zurück:

	34,7	146,6	2,2	36,9	64,6	4,72,

nehmen wir nun vier Jahre nach einander die gleiche Roggenernte aus diesem Boden, so bleiben verwittert im Boden übrig:

	126,8	586,4	8,8	147,6	258,4	18,8,

rechnen wir hiezu die Verwitterung eines Jahres in der Wiese, so bleiben nach vier Roggenernten im Boden disponibel:

Stickstoff.	Asche.	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk u. Magnesia.	Kieselsäure.
193,3	894,4	25,4	219,9	335,7	115,8

Die nun vorhandene Phosphorsäure reicht zu einer Erbsenernte hin, welche nur 6,6 Kieselsäure braucht, so daß nach ihr 109,2 Kieselsäure übrig bleiben, hiezu die natürliche Verwitterung von 97, bleibt für die nächstfolgende Frucht 206,2 Kieselsäure, so daß nun auf eine Reihe von Jahren die Kieselsäure für eine Menge Pflanzen hinreichen würde. Je nachdem man Ernten herausnimmt, kann man auch die Phosphorsäure anwachsen lassen, oder könnte man mit einem Zusatz von Knochenmehl alle Ernten in kurzer Zeit nach und nach erzielen. Jedenfalls reicht aber die jährliche Verwitterung der Wiese zu einer alljährlichen Roggenernte in infinitum, wie das Heu der Wiese.

Wenn die Vordersätze dieser beiden Schlußfolgerungen (die des Hrn. v. Liebig in Beziehung auf die atmosphärischen, die meinige in Beziehung auf die Mineralbestandtheile) richtig sind, so sind die Landwirthe Thoren, daß sie nicht alles nur einigermaßen dazu geeignete Land als Wiese liegen lassen und sich die viele Arbeit, die der Acker erfordert, aufladen, da sie auf den Wiesen ohne Dünger so viel ernten als auf dem Acker mit Dünger, mit der Arbeit. Sie können von der Wiese die ganze Ernte veräußern, von den Ernten des Ackers nur einen kleinen Theil, das meiste müssen sie ihm wieder zurückgeben.

Sie mögen sich aber darüber beruhigen, denn Hr. v. Liebig hat in seinen Folgerungen den hohen Ertrag einer Wiese mit dem niedrigen Ertrag von Aeckern verglichen, denn die Erträge von Bechelbronn, wie sie Boussingault angibt (in seiner Landwirthschaft 2c. übersetzt von Gräger 1844. S. 200 u. f. und von Liebig in seiner Chemie S. 320), sind mit Ausnahme der Weizenernte nach Klee, der Körner des Hafers in den zwei ersten, der gedüngten Erbsen und des

folgenden Roggens in der dritten Rotation bei der Menge Dünger, die er ihnen zuführte, sehr geringe.

Der Boden von Bechelbronn mag seyn wie er will, so gedeihen einmal Weizen, Klee, Erbsen auf ihm; er kann also nicht schlecht seyn; das Klima ist eines der günstigsten in unsern Breiten, jedenfalls muß er aber schlechter seyn, als der Boden einer Wiese, welche 5000 Kil. Heu ohne Düngung auch nur einige Jahre hindurch abwirft; denn ein solcher Boden gibt in jenem Klima wohl das 1½fache der Ernte, wie sie Bechelbronn aufweist, wenn er so gedüngt wird, wie dort; ja ein schlechterer Boden als der einer solchen Wiese sollte bei solcher Düngung höhere Ernten gegeben haben. Es muß irgendwie ein Fehler begangen worden seyn. An der zweckmäßigsten Bearbeitung hat es sicher in Bechelbronn nicht gefehlt. Suchen wir in den Angaben von Boussingault selbst nach und betrachten wir die Fruchtfolge Nr. 1 und die Tabelle darüber S. 200.

Jahrgang.	Substanzen.	Ernte auf der Hektare.	Trockene Ernte.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salze und Erden.
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1	Kartoffeln	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2	Weizen	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenstroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4	Weizen	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenstroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Steckrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5	Hafer	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferstroh	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
	Summe	40418	17791	8383,1	973,3	7172,9	250,7	1010,9
	Verwendeter Dünger	49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
	Differenz		+ 7630	+ 4745,5	+ 546,5	+ 4551,4	+ 47,5	− 2261,0

Es wurden für 3637,6 Kil. Kohlenstoff im Dünger 4745,5 oder 130% aus der Luft gezogen; für 203,2 Stickstoff im Dünger dagegen nur 47,5 oder 23,34%; dafür wurden dem Boden von 3271,9 Aschenbestandtheilen nach Abzug der Ernten 2261 Kil. oder 69,1% der Aschenbestandtheile des angewendeten Düngers nach einem fünfjährigen Turnus überlassen. Hätte man nach Kartoffeln Gerste statt Winterweizen folgen lassen, so würde dort so ziemlich gleichviel Stroh mit 2000 Kil. Körner gegenüber von 1343 Kil. Weizen gewonnen worden seyn; auch wäre besser der Hafer nach Weizen weggeblieben, da er nur geringen Ertrag an dieser Stelle gibt; entweder wären Erbsen einzuschalten, wie im dritten Umlauf oder bloß vier Früchte zu bauen und verhältnißmäßig weniger Dünger zu geben. Nach dieser bedeutenden Düngung ist der Acker am Ende des Umlaufs nicht einmal bedeutend besser als vorher, denn Boussingault sagt selbst S. 183: „die Hafenernte, welche den Umlauf beschließt, ist gewöhnlich ziemlich schlecht, der Boden ist alsdann fast auf denselben Zustand von Fruchtbarkeit zurückgekommen, in welchem er sich vor dem Düngen befand und man weiß aus Erfahrung, daß es nicht gerathen seyn würde, noch eine Ernte von einigem Belang darauf zu ziehen."

Nach Hr. v. Liebig müßte das anders seyn, denn nach Boussingault S. 223 enthielt der trockene Mist, welchen die Fruchtfolge Nr. 1 erhielt

Mineralische Stoffe: Kil.	Phosphorsäure: Kil.	Schwefelsäure: Kil.	Chlor: Kil.	Kalk: Kil.	Talkerde: Kil.	Kali: Kil.	Kieselsäure: Kil.	Eisenoxyd: Kil.
3272	98	62	20	281	118	255	2233	200
hievon nahmen die Ernten der fünf Jahre								
1010,9	82,8	30,1	18,6	126,2	62	246	340,5	?
es blieben also am Ende des Umlaufs mehr im Boden als im Anfang:								
2261,1	15,2	31,9	1,4	154,8	56	9	1892,5	?

Hiezu waren aber auf den Klee noch weiter 5000 Kil. Torfasche gebracht worden und diese enthielten:

Mineralische Stoffe. Kil.	Phosphorsäure Kil.	Schwefelsäure. Kil.	Chlor. Kil.	Kalk. Kil.	Talkerde. Kil.	Kali. Kil.	Kieselsäure. Kil.	Eisenoxyd. Kil.
5000	0	270	15	300	30	115	3275	185
es blieben daher im Boden:								
7261,1	15,2	301,9	16,4	454,8	86	124	5167,5	?

Man hätte also noch füglich eine Kartoffelernte oder zwei Haferernten oder eine Haferernte mit Stoppelrüben machen können und es hätte nur an Phosphorsäure und an Kalien zu weitern Ernten gefehlt, ja mit dem geringen Zusatz von 67,6 Kil. Phosphorsäure und 122 Kil. Kalien per Hektare hätte man, soweit es die mineralischen Nahrungsmittel betrifft, die fünfjährige Fruchtfolge noch einmal von vornen an durchmachen können, und doch reichte es erfahrungsgemäß zu keiner Ernte mehr und doch war der letzte Hafer in der Regel schon ziemlich schlecht.

Es ist mir in der That nicht klar, wie Boussingault, der doch durch seine vortrefflichen Untersuchungen über diese Verhältnisse genauen Aufschluß hatte, noch das Geld für die Torfasche wegwerfen mochte; warum er nach Hrn. v. Liebig nicht lieber auch noch die paar Kil. Phosphorsäure und Kalien aufwenden mochte, um abermals 8383,1 Kil. Kohlenstoff und 250,7 Stickstoff ohne allen Aufwand von weiterem Dünger rein aus der Luft zu holen?

Boussingault legt, wie es scheint, doch mehr Werth auf die atmosphärischen Nahrungsstoffe im Dünger als auf die mineralischen; dann ist es aber wieder räthselhaft, wie er seinen Mist eigens auf Haufen zusammensetzen mochte, bis er so verfault war, daß dessen trockene Masse 32,2% Aschenbestandtheile oder der Mist selbst neben 79,3 Wasser, 14,04 verbrennliche Substanzen, 6,66 Aschenbestandtheile enthielt. Da der frische Kuhkoth in 100 Pfd. bei 12,752 Pfd. verbrennlichen Substanzen = 1,748 Pfd. Asche enthält, so ließ er ja 33,03 Pfd. verbrennliche Substanzen durch die Fäulniß verflüchtigen (und darunter hauptsächlich das Ammoniak und er behielt hauptsächlich die Kohle) um 100 Pfd. alten Mist zu bekommen.

Ich glaube hiemit gezeigt zu haben, daß das Beispiel, welches Herr v. Liebig an der Ernte von Bechelbronn zum Vergleich mit den Wiesen, welche 2500 Pfd. Heu per Morgen ohne Düngung tragen, anführt, nicht stichhaltig ist, denn die Ernten sind zu gering. Aber auch die Prämisse, daß 1 Morgen Wiesen 2500 Pfd. Heu geben, die ich auch für meine Schlußfolgerung hinsichtlich der Verwitterung als Gegensatz gegen die Folgerung des Herrn v. Liebig adoptirte, ist nicht gut gewählt, denn ich muß hier mit Stöckhardt sagen, 1 hessischer Morgen Wiese, dem kein Dünger zukommt, trägt nicht fortwährend 2500 Pfd. Heu jährlich, weil — es nicht wahr ist. Es mögen dem Herrn v. Liebig selbst Zweifel an der Wahrheit dieser Angabe „der zuverlässigsten Landwirthe" gekommen seyn; denn er läßt diesen Ertrag zuerst durch „gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gyps aufs Doppelte steigern," nimmt aber doch nur 2500 Pfd. an, denen dann freilich auf S. 264 „nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile") zugeführt wurden. Geschah dieß durch Wässerung, so sind in dem Wässerungswasser der Wiese mit den mineralischen Nahrungsstoffen auch atmosphärische Nahrungsmittel zugeführt worden und dann ist sein Vergleich und seine Folgerung nicht richtig. Ist Gyps auf die Wiese gebracht worden, so zieht der Gyps mehr Ammoniak aus der Luft an, als der Boden an und für sich; wenn man daher die Wiese in Beziehung auf ihre Anziehung von atmosphärischen Stoffen aus der Luft mit dem Acker vergleichen will, so sollte diesem billig auch Gyps gereicht werden. In der Asche wird endlich der Wiese wirklich Kohlensäure zugeführt.

Ich wiederhole daher: in unserem Klima gibt es keine Wiese, welche ohne irgend einen Zuschuß von außen, namentlich ohne Wasser, sey es durch Wässerung, durch zeitweise Ueberschwemmuug oder von höher liegenden Aeckern, selbst wenn man ihr von Zeit zu Zeit Asche gibt, welche nachhaltig 2500 Pfd. Heu per hessischen Morgen gibt; ja! mit Wasser oder mit Düngung!

Der Ertrag einer Wiese, welcher gar kein Zuschuß an irgend

einem Düngermaterial, organisch oder mineralisch, als aus ihren natürlichen Quellen, dem Boden und der Luft zugeführt wird, ist als der Repräsentant des natürlichen Pflanzenwuchses für diese Verhältnisse sehr belehrend, daher ich ihn wenigstens annähernd zu ermitteln suchen will. Wir haben hier in Hohenheim eine Wiese am östlichen Bergabhange von etwa 17 Hektaren; oberhalb derselben liegt noch eine Fläche Ackerland von etwa 7 Hektaren, von welchen das Abwasser bei gefrorenem Boden auf die Wiese läuft, und in derselben auf eine Breite von 15—18 Meter einen üppigeren Wuchs des Grases hervorbringt, welche bessere Fläche etwa 2 Hektaren betragen mag. Der Boden der Wiese entstand aus der Verwitterung der untersten Schichten des Lias bis zur Gryphitenbank aufwärts; er ist ein kalkhaltiger thoniger Lehmboden, dessen Sand sehr feinkörnig ist; im untern Theil der Wiese nimmt dieser Sand zu, während der Kalk etwas abnimmt. Auf demselben Boden ernten wir als Ackerland in einer Siebenfelderwirthschaft, bei einer Düngung von 10,600 Kil. per Hektare und Jahr und zwar nach Reps und nach Klee im Durchschnitt soviel Dinkel als = 2181 Kil. Weizen Körnern gleich ist.

Der Boden selbst ist im obern Theile der Wiese (auf der Hälfte) durchlassend, auf dem untern, wo der feine Sand vorherrscht, undurchlassend. Diese Wiese wurde in langen Jahren nicht gedüngt, und gab im Durchschnitt 2522 Kil. Heu per Hektare; davon mögen auf dem obern bessern Boden, dem auch auf 2 Hektaren (also auf $^1/_4$) das Abwasser des Ackers bei gefrorenem Boden noch zu gutkommt, 2968 Kil. auf dem untern unabhängigen Theil mit geringerem aber feuchterem Boden 2077 Kil. Heu per Hektare kommen.

Eine andere Wiese im Thale, aber 12′ über dem Niveau des Baches erhaben, nie überschwemmt, welche zwar unter einem Acker liegt, von welchem aber nie Wasser auf die Wiese läuft, welche Wiese daher von aller Zufuhr an Nahrungsmitteln abgeschnitten ist, deren Boden dem des obern Theils der vorigen Wiese ähnlich ist, der 12′ tief ist, und von welchem der Morgen auf einem Umbruch seit Jahren

in der obigen Fruchtfolge gegen 2300 Kil. Weizen (aus Dinkel reducirt) per Hektare getragen hat, der durchlassend ist und vortreffliches Futter gibt, ertrug in einer Reihe von Jahren, in welchen sie nicht mehr gedüngt wurde, im Durchschnitt in dieser Zeit 2226 Kil. Heu per Hektare.

Eine dritte Wiese hat tiefen Boden, der aus dem untersten Liassandstein verwittert ist, vorherrschend aus sehr feinem Sand besteht, der das Wasser nicht durchläßt und sogar der Drainirung deßhalb große Schwierigkeiten entgegensetzt; von dem daneben liegenden Acker mit gleichem Boden wird in einer achtfeldrigen Fruchtfolge bei einer Düngung von 9275 Kil. per Hektare und Jahr, nach Reps und Klee im Durchschnitt 1454 Kil. Weizen per Hektare gewonnen. Auf der Hälfte dieser Wiese ist eine Wässerung eingerichtet, auf welche zur Zeit des Regens, das Abwasser von Feldern, welche den gleichen Boden haben, geführt wird, von welchem aber bei trockener Jahreszeit keines vorhanden ist. In diesem Wasser wird dem Boden an Mineralsubstanzen nur zugeführt, was er selbst schon besitzt. Die Wiese gab, so lange sie nicht gedüngt wurde, durchschnittlich 2226 Kil. Heu per Hektare.

Endlich ist hier noch eine Wiese im Thale anzuführen, der es nie an Feuchtigkeit fehlt, deren Boden ein Alluvium aus den oben angeführten Schichten des Lias und aus der obersten Keupermergelschichte ist, und als Ackerland so gut wäre wie der oben angeführte beste Boden. Die Wiese wird zu Zeiten, nach 3—4 Jahren einmal vom Bache überschwemmt, welcher dieselben Schichten durchströmt, aus welchen der Boden zusammengeschwemmt wurde. So lange die Wiese keine Düngung erhielt, gab sie in nur Einem Schnitt (die vorhergehenden gaben alle zwei Schnitte) nur 1187 Kil. Heu per Morgen. Es scheint, daß das Wasser bei seiner Ueberströmung, welche ziemlich rasch ist, noch Nahrungstheile aus dem Boden mitnehme. Seit vier Jahren ist diese Wiese gedüngt worden und gab im letzten Sommer nahezu 6000 Kil. Heu in zwei Schnitten.

Auf dem schwäbischen Jura findet sich eine große Menge ein-

mähdiger Wiesen, sogenannte „Mähder". Der Boden ist als Ackerland für das dortige Klima (2400′ Meereshöhe) sehr fruchtbar, aber auch meist sehr durchlassend. Wenn der Hektar 1200 Kil. Heu gibt, ist es schon ein sehr guter „Mähder"; ihr Ertrag sinkt aber bis auf 600 Kil. herab. Die besten derartigen Wiesen (ohne allen Nahrungszuschuß), die ich im württembergischen Unterland kenne, geben (bei 5—600′ Meereshöhe) 3000 Kil. Heu per Hektare und zwar auf dem Muschelkalk. So weit ich den Ertrag derartiger Wiesen in andern Gegenden Deutschlands kenne, glaube ich, daß man im Mittel nur 1800 höchstens 2000 Kil. Heuertrag per Hektare annehmen kann.

In 2000 Kil. lufttrockenem Heu gibt die Wiese 763,3 Kil. Kohlenstoff und 25,76 Stickstoff (nach Wolff 26,6), welche der Luft entzogen werden. In 2000 Kil. Heu sind ferner nach Wolff 123,2 Asche, darunter 6,65 Phosphorsäure, 28,95 Kalien, 30,95 Kalk und Magnesia, und 38,8 Kilogr. Kieselsäure enthalten, welche alljährlich nachhaltig dem Boden entnommen werden, welche also auch nachhaltig in demselben jährlich verwittern müssen, denn das Heu dieser Wiesen wird ohne Wiedererſatz weggenommen. Der Ertrag solcher Wiesen läßt sich durch Asche 2c. steigern, aber nicht auf 5000 Kil., wohl aber durch Dünger, wie wir oben an einer hiesigen Wiese gesehen haben. In dem milden Klima des südwestlichen Deutschlands bei 400—500′ Meereshöhe kann die Wiese durch ihre mineralischen Nahrungsmittel mittelst der Pflanzen das 1½fache an Kohlenstoff und Stickstoff der Luft von dem entziehen, was sie ihr in mittlerem Klima bei 1200′ Meereshöhe entnimmt; im rauhen Klima dagegen, bei 2200—2400′ Meereshöhe entzieht sie der Atmosphäre nur die Hälfte von dem, was sie im mittleren Klima aus ihr schöpft, und zwar bei sehr ähnlichem Boden auf dem Muschel-, Lias- und Jurakalk.

Auf ähnliche Weise verhält es sich mit den Verwitterungsprodukten; bei 1000 Kil. Heuertrag liefert derselbe 3,225 Phosphorsäure 14,475 Kalien, 15,475 Kalk 2c., 19,4 Kieselsäure, bei

3000 Kil. Heuertrag dagegen 9,675 Phosphorsäure, 43,425 Kalien, 46,425 Kalk ꝛc., 58,2 Kieselsäure; auf letzterem Boden könnte daher alle zwei Jahre eine Roggenernte gewonnen werden, wie in dem oben von Pabst angeführten Beispiel aus der Pfalz; ja wenn wir dem Boden das Stroh wieder alles einverleiben, so könnten wir demselben alljährlich eine Roggenernte von 1200 Kil. Roggenkörner ohne weiten Ersatz entnehmen und dieselben veräußern, wenn der Roggen so viel Stickstoff aus der Luft nähme, als die Wiesenpflanzen, und die Fruchtfolge nicht im Wege stünde.

Es liegt aber kein Grund vor, anzunehmen, daß die Verwitterung in demselben oder ähnlichem Boden in rauhem Klima langsamer vor sich gehe als im milden, im Gegentheil der Frost befördert sie mehr. Dagegen scheint es, daß die Pflanzen trotzdem, daß ihnen die gleiche Menge Verwitterungsprodukte zu Gebot steht, im rauhen Klima nicht so viel atmosphärische Nahrungsmittel aus der Luft ziehen, um jene völlig benützen zu können; sey es nun, daß die Atmosphäre wirklich weniger Stoffe bietet, wovon in Beziehung auf die Kohlensäure das Gegentheil nachgewiesen wurde, sey es, daß die Pflanzen durch die geringe Wärme nicht die nöthige Kapacität erlangen, soviel Stoffe aufzunehmen, daß es ihnen also so zu sagen an Lebensthätigkeit fehlt; möglich, daß auch beides zusammentrifft.

Soviel ist gewiß, daß wenn wir auf dem gleichen Boden von einer Wiese (die keinen Zuschuß an Nahrungsmitteln erhält) in rauhem Klima, so viel Ertrag wollen als in mildem, wenn wir 3000 Kil. Heu erzielen wollen, wir diese Wiese von Zeit zu Zeit düngen müssen und zwar mit Mist. Da nun die im Mist enthaltenen Mineralstoffe hier, weil Verwitterungsprodukte genug vorhanden sind, nicht Ursache des höheren Ertrags seyn können, so müssen es die atmosphärischen Stoffe in demselben seyn. Wir haben in derartigen Wiesen, auf welchen sich ohnehin diejenigen Pflanzen ansiedeln, welchen Klima und Boden am zuträglichsten sind, die natürliche Produktion dieser beiden, d. h. die Produkte

aus den von der Natur dargebotenen Pflanzennahrungsmitteln und sehen daraus, daß nicht nur die Luft, sondern auch der Boden seine Stoffe, nur in gewissem Grade, nachhaltig spendet. Der Landwirth will aber mehr als die Natur von freien Stücken spendet, er will namentlich auch für ihn werthvollere Produkte als das bloße Heu der Wiesen veräußern; er befördert daher die Verwitterung durch Bearbeitung und verschafft dadurch der Luft mehr Zutritt in den Boden; er gibt ihm diejenigen Nahrungsmittel zurück, die er für sich sonst weniger zu nutzen weiß ꝛc.

Betrachten wir nun an unserm Norfolker Fruchtwechsel, wie weit dieß in Beziehung auf die Mineralstoffe ausführbar ist, und zwar auf einem Boden und in einem Klima, wo auf den Wiesen 3000 Kil. Heu ohne Düngerzuschuß wachsen. Solcher Boden ist auf unsern verschiedenen Kalkformationen in Menge zu finden und auf ihm kann sich auch bei günstigem Klima dieser Fruchtwechsel, wenn nur die Körner und Viehprodukte veräußert werden, alles andere aber im Mist dem Acker zurückgegeben wird, wie man sagt, selbstständig erhalten, d. h. er gibt nachhaltig die Erträge, die er ursprünglich gab.

Dieser Fruchtwechsel braucht folgende Stoffe per Hektare nach Wolff:

	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk und Magnesia.	Kieselsäure.
20,000 Kil. Kartoffel [1]	82	23,1	105,1	14,7	11,4
4000 „ Gerstenstroh	12	7,2	47,2	16,2	96,3
6000 „ Klee	130,8	24,6	105,7	120,9	20,7
5000 „ Weizenstroh	15	9,2	42,1	12,4	158,6
Düngermaterialien	239,8	64,1	300,1	164,2	287
2300 Kil. Gerstenkörner	39,3	21,8	13,2	54	18,4
2000 „ Weizenkörner	36,8	16,9	10,5	6	0,5
Körner	76,1	38,7	23,7	60	18,9

[1] Der Ertrag an Kartoffeln ist um ein Fünftel zu hoch, sie ziehen aber auch im gleichen Verhältniß dem Boden mehr aus.

Auf den Wiesen entziehen wir dem Boden und der Luft in vier Jahren

	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk und Magnesia.	Kieselsäure.
12,000 Kil. Heu	146,56[1]	39,9	173,7	185,7	232,8
	12,85	5,41	10,3	6,7	2,9
der Boden erhält	159,31	41,31	184	192,4	235,7

in der Saat von Kartoffeln und Gerste ($^1/_{12}$), von Weizen ($^1/_{10}$) der Ernte wieder ersetzt.

Kartoffeln, Klee und Stroh werden verfüttert und letzteres zum Theil gestreut. Nach Boussingault S. 239 kommen die Salze und Erden des sämmtlich genossenen Futters in den Exkrementen der Kuh wieder zum Vorschein, ja sogar täglich noch 30 Gramm mehr als verfüttert wurde (wonach der Versuch mit einer ältern Kuh gemacht worden seyn muß, welche jährlich um 11 Kil. an Salzen am Gewicht abnahm). Nur 56 Gramm Aschenbestandtheile waren in der Milch, das übrige in den Exkrementen und dem Urin enthalten, also alle Aschenbestandtheile des Futters, mit Ausnahme derer in der Milch, kehren wieder auf den Acker zurück.

Nehmen wir an, daß auf 100 Kil. Heuwerth Futter 21 Kil. Stroh gestreut werden, so bleiben zum Verfüttern nach Abzug der Saat

18,334 Kil. Kartoffel	=	9167 Kil.	Heuwerth
		9000 „	Kleeheu
5,262 Kil. Stroh	=	2631 „	Heuwerth
		17,798 Kil.	Heuwerth

während 3737 Kil. Stroh gestreut werden.

Bei mittleren Kühen erhält man aus 100 Kil. Heuwerth Futter 38 Kil. Milch, also aus 17,798 Kil. Heuwerth 6763 Kil.

Wenn die Milch im Durchschnitt 0,15% Phosphorsäure oder

[1] Nach Boussingault, dessen Angabe ich vorhin folgte.

0,5% Asche enthält, so enthalten 6763 Kil. 33,8 Kil. Asche und davon 10,14 Kilogr. Phosphorsäure.

Boussingault erhielt in seiner Milch auch 0,53% Stickstoff, wonach 6763 Kil. Milch 36,84 Stickstoff enthalten.

Aus der Wirthschaft werden die Körner nach Abzug der Saat und die Milch veräußert und so kehren bei diesem Fruchtwechsel nicht wieder in denselben zurück, indem die Körner nach Abzug der Saat an Körnern und Kartoffeln enthalten

	Phosphorsäure.	Kalien.	Kalk ꝛc.	Kieselsäure.
	33,31	13,4	53,3	16,0
	10,14	6(?)	12,3	in der Milch.
	43,45	19,4	65,6	16
durch vierjährige Verwitterung kommen hinzu				
	39,9	173,3	185,7	232,8
bleiben im Boden	— 3,58	+ 154,3	+ 120,1	+ 216,8

Boussingault verlor nach Seite 239 bei der Fütterung im Stroh von 202 Gramm verfütterten Stickstoff 27 Gramm (13,3%).

Die Futtermittel dieser Fruchtfolge enthalten aber 222,3 Kil. Stickstoff, wovon demnach 29,71 Kil. verloren gehen; es bleiben also noch 192,59 Kil. zu welchen die 11,3 Kil. Stickstoff im Streustroh kommen und so bleiben in den Düngermaterialien 203,89 Kil. Stickstoff, welche mit den 146,56 Kil., die die Luft der Wiese in vier Jahren liefert, den Verbrauch der Fruchtfolge nach Abzug der Saat der Körner (da die Kartoffelsaat sich selbst wieder reproducirt) und den Stickstoff in der Milch zu decken haben.

Die Rechnung schließt sich über den Stickstoff daher also:

Verbrauch des Futters und des Strohes nach Abzug der Kartoffelsaat . . .	233,6 Kil.
Verbrauch der verkauften Körner nach Abzug ihrer Saat	69,55 Kil.
durch die Milch veräußert . . .	36,84 „
	339,99 Kil.

Verbliebener Stickstoff in den Düngermaterialien	. . . .	203,89 Kil.
Stickstoff aus der Atmosphäre	. .	146,56 „
		350,45 Kil.

Somit Ueberschuß 10,46 Kil., welche von den nach Abzug des zur Milch gelieferten Stickstoffs im Dünger bleibenden 167,05 Stickstoff noch auf der Miststätte durch die Gährung verloren gehen dürfen, was auch kaum zu vermeiden ist.

Dieser Fruchtwechsel würde also mit dem Stickstoff, welchen die Luft in unserem günstigen Klima einer Wiese bietet, und welcher auch von den Wiesenpflanzen aufgenommen wird, ausreichen, wenn man den Dünger nicht lange auf der Miststätte verfaulen läßt.

In Beziehung auf die Mineralstoffe fehlt es etwas an Phosphorsäure, da aber diese Fruchtfolge unter den gegebenen Verhältnissen thatsächlich existiren kann, so ist zu vermuthen, daß jährlich etwa 1 Kil. mehr Phosphorsäure auf einer Hektare verwittern, als die Wiesenpflanzen in sich aufnehmen.

Von den übrigen mineralischen Nahrungsmitteln bleiben aber nach dem Ersatz durch den Dünger solche Mengen übrig, und der Boden wird so sehr daran bereichert, daß nach zweimaligem Umlauf durch bloßes ausgeleimtes Knochenmehl und einige Kilogramm Kalien, eine vierjährige Ernte ohne allen Mist gewonnen werden könnte, wenn die Pflanzen alles Ammoniak und Kohlensäure aus der Atmosphäre zu ziehen im Stande wären. Die Wiese nimmt aber von diesem Boden bei weitem nicht alle Aschenbestandtheile auf, die darin jährlich verwittern, denn es ist dieß derselbe Boden auf dem Muschelkalk, auf welchem ohne Dünger mit reiner Dreifelderwirthschaft und Luzerne gewirthschaftet wird. Würde nun in dieser Norfolker Rotation statt des Klee's Luzerne gebaut, so könnte diese wohl zehn Jahre lang gute Erträge geben, in welchen jährlich das 2½fache an Aschenbestandtheilen abgeführt wird, wie in dem natürlichen Wiesenheu und wonach dann mehrere Getreideernten ohne Dünger

gezogen werden könnten; es fehlt daher in keiner Beziehung irgend an Aschenbestandtheilen, auch nicht an Phosphorsäure in diesem Boden; die Luzerne ist nur wie der Klee durch ihre Organisation mehr im Stande den Schatz aus der Tiefe zu heben, wie sie andererseits vermöge ihrer Blätter und ihrer längern Vegetationszeit die Atmosphäre auch besser und länger ausbeuten kann, als die Wiesenpflanzen und andere. Hierin dürfte abermals ein Grund für die Wechselwirthschaft zu suchen seyn.

Nach meiner landwirthschaftlichen Rechnung würde die trockene Masse des verwendeten Futters und Strohes des obigen Fruchtwechsels, mit 2,5 multiplicirt, 48,557 Kil. frischen Dünger ergeben, von dem in den meisten Wirthschaften 10—15% auf der Miststätte verloren gehen, so daß im letzten Fall 42,275 Kil. angefaulter Mist bleiben, was für ein Jahr auf eine Hektare 10,568 Kil. ausmacht, und nach landwirthschaftlichen Erfahrungen auch vollkommen zureicht, um unter den angenommenen Verhältnissen fortdauernd gleiche Ernten zu erzielen, aber auch nicht weiter.

In einem rauhen Klima kann sich aber diese Wirthschaft auf gleichem Boden erfahrungsgemäß ohne Mistzuschuß nicht selbstständig erhalten, daran wird aber nicht die verminderte Verwitterung, sondern die langsamere Fäulniß der organischen Stoffe, die mindere Thätigkeit der Blätter oder wenigstens ein Mangel an Ammoniak in der Luft Schuld tragen, wenn auch Kohlensäure in gleichem Maße vorhanden seyn sollte.

Aus allem diesem scheint hervorzugehen, daß wir bei unserm gewöhnlichen Düngungsverfahren mehr auf Erhaltung des Stickstoffs als auf Wiederersatz der Mineralstoffe zu sehen haben und daß wir jedenfalls um den Wiederersatz derjenigen Mineralstoffe, welche wir in unsern Produkten in Verbindung mit soviel Stickstoff veräußern, als unsere klimatischen und Bodenverhältnisse gestatten, unbekümmert seyn dürfen, wenn wir nur der Phosphor-

säure einige Aufmerksamkeit schenken, denn wenn wir in Körnern und Milch nur soviel Stickstoff veräußern, als uns die Atmosphäre auf demselben Boden als Wiese wieder ersetzt, so entäußern wir in Körnern und Milch auch nicht mehr mineralische Nahrungsmittel als in dem Heu, der Boden liefert aber ja noch weit mehr Verwitterungsprodukte als im Heu abgeführt werden. Aus letzteren Gründen läßt es sich auch erklären, daß die geringste Wiese, welche nur 600 Kil. Heu erträgt, wenn sie umgebrochen wird, mehrere Getreide- namentlich Hafererenten gewährt, bis die Grasnarbe völlig verwest ist.

Deßhalb hat auch in England trotz dem Verlust an mineralischen Stoffen seit Jahrhunderten doch die Fruchtbarkeit zugenommen, weil dem Boden im Dünger mehr mineralische Stoffe wiedergegeben wurden, als bei der fortschreitenden Verwitterung nöthig gewesen wäre, daher eben, wie in unserem Fruchtwechsel, die Verwitterungsprodukte sich so angehäuft haben, daß Lawes eine Reihe von Ernten ohne Zufuhr von Mineralstoffen von seinen Feldern gewinnen konnte.

Nun gestehen aber nach Hrn. v. Liebig (Chemie in Bezug auf Agrikultur S. 239) „erfahrene Landwirthe dem gegohrenen Miste verhältnißmäßig größere Wirksamkeit und den Vorzug vor dem frischen Miste zu" und Hr. v. Liebig erklärt dieß daraus, daß der alte Mist 4 — 6mal mehr mineralische Nahrungsstoffe enthalte als der frische.

Diese Angabe „erfahrener Landwirthe" ist eine irrige. Wenn man allerdings sämmtliche Landwirthe darüber fragt, so wird die Mehrzahl, namentlich die eigentlichen Bauern der Ansicht der „erfahrenen Landwirthe" seyn. Bei den Landwirthen macht aber eben die Gewohnheit sehr viel; aus der allgemeinen alten reinen Dreifelderwirthschaft wußte man es nicht anders, als daß der Mist einmal jährlich auf den Acker, höchstens auch noch einmal jährlich auf

die Wiese ausgeführt wurde und dieser war dann natürlich speckig. Diese Gewohnheit, nur alten Mist auszuführen, blieb auch, als denkende Landwirthe allmählig an der alten Wirthschaftsart änderten; man wußte es nicht anders, bis Gazzeri durch seine Versuche auf die großen Verluste aufmerksam machte. Aber auch jetzt hing man noch so am Alten, daß selbst Schwerz nur den Mittelweg ergriff und lehrte, statt ganz verrottetem Mist nur halbverrotteten auszuführen.

Seinen Lehren getreu führte ich selbst erst im Jahre 1833 das Ausführen des frischen Mists in meiner Wirthschaft ein, weil ich beobachtete, daß schon eine gleiche Anzahl Fuder frischen Mistes dieselbe Wirkung hervorbringe wie alter, und als ich aus zwei Haufen, angefaulten und frischen Mistes, die aus besondern Gründen zusammengefahren worden waren, statt der angeführten 36 Fuder nach sieben Wochen nur noch 24 Fuder wegführen konnte. Seit der Zeit führe ich in den drei verschiedenen Wirthschaften, die ich seither führte, allen Mist möglichst frisch aus, so wie es die Umstände erlaubten und seither habe ich mich nicht über Mangel an Mist zu beklagen und viele andere, denen ich es anrieth, auch nicht, ja von vielen kamen mir später dankbar anerkennende Schreiben zu.

Hier in Hohenheim lasse ich seit fünf Jahren immer mit frischem und halbverfaultem Miste Versuche machen, so daß ein und dasselbe Stück Landes, die eine Hälfte gleiches gewogenes Gewicht frischen, die andere Hälfte ebensoviel halbvergohrenen Mist erhält; die ganze Fläche wird gleich mit der gleichen Frucht bestellt. Bisher haben diese Versuche immer einen höhern Ertrag von frischem als von altem Mist ergeben, mit Ausnahme des vergangenen Jahrs, wo nach frischem Mist der Emmer mehr gefallen war als nach altem (der Emmer war übrigens die dritte Frucht nach der Düngung).

Die gleiche Zahl Fuder, welche mehr dem Augenmaß, dem Volumen nach, als nach dem Gewichte in den Wirthschaften geladen werden, bringen sonach gleiche Wirkung hervor, da der frische Mist

leichter ist; bei gleichem Gewichte frischen und alten Mistes bringt ersterer höhere Erträge hervor.

In dem frischen Miste ist aber mehr Stickstoff als im alten, dagegen enthält dieser mehr Aschenbestandtheile.

Ist es nun der Stickstoff oder sind es die mineralischen Stoffe, welche im Miste (und zwar auf den verschiedensten Bodenarten, auf welchen ich wirthschaftete) mehr wirkten?

Um aber das 4 — 6fache an mineralischen Nahrungsstoffen im alten Miste hervorzubringen, müssen wir neuen so lange faulen lassen, bis das 3 — 5fache der organischen Stoffe desselben in die Lüfte gegangen ist und die ihnen entsprechenden Aschenbestandtheile zurückbleiben. Man kann dann diese Mineralsubstanzen füglich Aschenbestandtheile des Mistes heißen, da sie durch die langsame Verbrennung, die Verwesung des Mistes zurückgeblieben sind.

Wenn man aber auch den Hauptwerth auf diese Aschenbestandtheile legt, und die Kohlensäure und das Ammoniak im Miste bloß für nützlich hält, so wäre es Vergeudung, den Mist so lange auf der Miststätte verfaulen zu lassen, bis er das 4 — 6fache an Aschenbestandtheilen hat; dieselben sind ja sämmtlich im frischen Mist auch enthalten, nur in einer größern Menge desselben, die zu $\frac{1}{6}$ aus organischen Stoffen und zu $\frac{5}{6}$ aus Wasser besteht, was freilich mehr Fuhrlohn kostet. Wir wollen die allen gemeinschaftliche Atmosphäre ihrer Pflanzennahrungsmittel berauben und lassen dieselben, die wir schon in unserem Miste sicher in unsern Boden bringen könnten, in die allen gemeinschaftliche Luft fahren. Wem fällt hier nicht die Fabel vom Hunde ein, der mit seinem Stück Fleisch im Maule am Wasser stand?

II.

Abgeänderte Thesen.

Nach dem Vorstehenden kann ich den 50 Thesen des Hrn. v. Liebig über die chemische Ernährung der Kulturpflanzen nicht in Allem beipflichten, glaube aber, daß sie in nachfolgender Abänderung gegenüber von den Erfahrungen der Landwirthschaft eher Stich halten werden.

v. Liebig 1.

1) Die Pflanzen empfangen ursprünglich ihre sogenannten organischen oder atmosphärischen Nahrungsmittel, den Kohlenstoff und den Stickstoff in der Form von Kohlensäure und Ammoniak theils unmittelbar aus der Luft, theils mittelbar durch den Boden, der sie selbst wieder unmittelbar aus der Luft erhält. Das Wasser liefert noch weitern Sauer- und Wasserstoff.

v. Liebig 2.

2) Ihre Aschenbestandtheile oder mineralischen Nahrungsmittel entnehmen die Pflanzen ursprünglich dem Boden, der sie größtentheils in seinen Verwitterungsprodukten enthält, dem sie zum kleinsten Theil durch Wind und Regen zugeführt worden sind und werden.

3) Trotzdem, daß die Pflanzen alljährlich geerntet werden, kann durchschnittlich das gleiche Erntequantum nachhaltig alljährlich von dem Boden wieder weggenommen werden, z. B. bei einer ungedüngten Wiese. Es ist dieß die natürliche Produktion des Bodens, welche im Verhältniß zu der alljährlich verwitternden Menge von Mineralsubstanzen des Bodens und zu

der Menge der durch die Pflanzen mittelst der Wurzeln und Blätter mittelbar oder unmittelbar aus der Luft schöpfbaren Nahrungsstoffe steht. Der Boden steht und bleibt auf dem landwirthschaftlichen Beharrungspunkte stehen.

v. Liebig 11. 14. 46.

4) Sterben die Pflanzen durch ein oder mehrere Jahre auf dem Boden, auf welchem sie gewachsen, ab und verfaulen daselbst, so sammeln sich in ihm verwesende Stoffe, Verwesungs- und Verwitterungsprodukte mehr und mehr an. Hieraus entsteht eine weitere Quelle für beiderlei Arten von Nahrungsmitteln, aus welchen die Pflanzen ebenfalls schöpfen können, daher ihre Entwicklung gesteigert wird. Durch Bedeckung der absterbenden Pflanzen mit Boden wird die Ansammlung der Verwesungsprodukte beschleunigt.

v. Liebig 3.

5) Durch weitere neue, gesteigerte Ernten werden dem Boden mehr Aschenbestandtheile als vorher, sowie die Verwesungsprodukte allmälig genommen.

v. Liebig 4.

6) Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl Ernten sinkt der Boden wieder in seine ursprüngliche Fruchtbarkeit, den Beharrungszustand zurück. Er hat seine ursprüngliche Zusammensetzung wieder erreicht, und da sich sonst nichts verändert hat, muß diese Aenderung des Bodens die wahrscheinliche Ursache seiner vermehrten und wieder verminderten Fruchtbarkeit seyn.

v. Liebig 6. 11. 46.

7) Der Mist besteht aus verwesenden Pflanzen und Thierstoffen, welche auch eine gewisse Menge Aschenbestandtheile enthalten; daher kann durch den Mist die Entwicklung der Pflanzen so gut gesteigert werden wie durch die auf dem Felde verfaulenden Pflanzen.

v. Liebig 7. 12.

8) Die Wurzeln der Pflanzen verhalten sich in Beziehung auf

die Aufnahme der atmosphärischen Nahrungsmittel ähnlich wie die Blätter, d. h. sie besitzen wie diese das Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aufzusaugen und in ihrem Organismus auf dieselbe Art zu verwenden, wie wenn die Aufnahme durch die Blätter vor sich gegangen wäre; dabei nehmen die Wurzeln die zu den Aschenbestandtheilen der Pflanzen nöthigen Mineralstoffe im Wasser gelöst auf, dessen auflösende Kraft durch Kohlensäure oder Ammoniak verstärkt wird.

v. Liebig 8.

9) Das Ammoniak und die Kohlensäure, welche der Boden enthält und welche demselben auf irgend eine Weise zugeführt werden, sind Bodenbestandtheile.

v. Liebig 9. 10.

10) Der Mist und die in dem Boden zurückgebliebenen Reste der geernteten Pflanzen gehen in Fäulniß und Verwesung über. Ihr Stickstoff verwandelt sich in Ammoniak, ein kleiner Theil von diesem in Salpetersäure; ihr Kohlenstoff hauptsächlich in Kohlensäure. Die Salpetersäure kann wahrscheinlich bei der Ernährung der Pflanzen das Ammoniak vertreten.

v. Liebig 15.

11) Durch den Mist wird den Pflanzen nicht nur eine gewisse Summe an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln mehr dargeboten, als die Verwitterung des Bodens und die Luft liefern, sondern sie empfangen durch denselben auch in der durch seine Verwesung sich bildenden Kohlensäure und den Ammoniaksalzen die unentbehrlichen Mittel zum Uebergange der im Wasser für sich unlöslichen Bestandtheile in derselben Zeit in größerer Menge als ohne Mitwirkung der verwesbaren organischen Stoffe, wodurch die Vegetation bei künftigen Pflanzen ebenfalls gesteigert wird.

v. Liebig 16.

12) Da die Wurzeln die nicht gasförmigen Nahrungsmittel nur im gelösten Zustand aufnehmen können, so ist als Hauptauf-

lösungsmittel Wasser nöthig. Zu **wenig** Wasser in trockenen Jahrgängen löst zu **wenig** Stoffe auf, **zuviel** in den nassen Jahren hindert den Zutritt der Luft in den Boden, wodurch die Verwitterung und Verwesung gehemmt wird, auch ist die Verdunstungskälte größer und nachtheiliger.

Die Ernten stehen daher bis auf einen gewissen Grad im Verhältniß zu der in den verschiedenen Vegetationsperioden gefallenen Regenmenge bei Gleichheit aller sonstigen Bedingungen.

v. Liebig 17. 18.

13) Von zwei Feldern, von denen das eine mehr Nahrungsstoffe zusammengenommen enthält als das andere, liefert das reichere auch in trockenen Jahren unter sonst gleichen Verhältnissen einen höhern Ertrag als das ärmere, weil die mehr vorhandenen organischen Reste 2c. mehr Feuchtigkeit aus der Luft anziehen und die ihnen entquellende Kohlensäure und das Ammoniak das Wasser zur Auflösung von mehr Stoffen geeigneter machen.

v. Liebig 19.

14) Alle Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmsfähigkeit der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältniß deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos. Eine gewisse physikalische Beschaffenheit des Bodens ist eine nothwendige Vorbedingung zur Wirksamkeit der darin vorhandenen Nahrung. Der Boden muß der atmosphärischen Luft und dem Wasser Zutritt und den Wurzelfasern die Möglichkeit gestatten, sich nach allen Richtungen zu verbreiten und die Nahrung aufzusuchen. Der Ausdruck **tellurische Bedingungen** bezeichnet den Inbegriff aller von der physikalischen Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bodens abhängigen, für die Entwicklung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen.

v. Liebig 20.

15) Alle Kulturpflanzen ohne Unterschied bedürfen zu ihrer Ernährung **Phosphorsäure**, **Schwefelsäure**, **die Alkalien**,

Kalk, Bittererde, Eisen und Kieselerde, die eine mehr, die andere weniger von einem oder mehreren dieser Stoffe; die am Strande des Meers und im Meer wachsenden Pflanzen Kochsalz, Natron, Jodmetalle. In mehreren Pflanzengattungen können die Alkalien zum Theil durch Kalk und Bittererde und diese umgekehrt durch Alkalien vertreten werden. Alle diese Stoffe sind inbegriffen in der Bezeichnung mineralische Nahrungsmittel; atmosphärische oder organische Nahrungsmittel sind Kohlensäure und Ammoniak. Das Wasser dient zur Nahrung und zu Vermittlung des Ernährungsprocesses.

v. Liebig 21.

16) Die für eine Pflanze nothwendigen Nahrungsstoffe sind gleichwerthig, d. h. wenn eines von der ganzen Anzahl fehlt, so gedeiht die Pflanze nicht.

v. Liebig 22.

17) Die für die Kultur aller Pflanzengattungen geeigneten Felder enthalten alle für dieselben nothwendigen mineralischen und organischen Bodenbestandtheile; die Worte fruchtbar oder reich, unfruchtbar oder arm drücken das relative Verhältniß dieser Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität aus.

Unter qualitativer Verschiedenheit versteht man den ungleichen Zustand der Löslichkeit oder Uebergangsfähigkeit sämmtlicher Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanzen, welcher bei den mineralischen vermittelt wird durch das Wasser.

Von zwei Bodenarten, welche gleiche Mengen sämmtlicher Nahrungsmittel enthalten, kann die eine fruchtbar, die andere unfruchtbar seyn (als arm angesehen werden), wenn in der letztern diese Bestandtheile nicht frei löslich, sondern in einer chemischen unauflöslichen Verbindung sich befinden.

Ein Körper, der sich in chemischer Verbindung befindet, setzt in Folge der Anziehung seiner anderen Bestandtheile, einem zweiten, der

sich damit zu verbinden strebt, einen Widerstand entgegen, der überwunden werden muß, wenn beide sich verbinden sollen.

v. Liebig 23.

18) Alle in unseren Breiten für die Kultur geeigneten Bodenarten enthalten die mineralischen und organischen Bodenbestandtheile in diesen zweierlei Zuständen. Die im unauflöslichen Zustand begriffenen rücken allmählig durch Verwitterung und Verwesung in den löslichen Zustand ein. Die unlöslichen mineralischen Stoffe des Bodens stellen das Kapital, die alljährlich frei löslich werdenden die Zinse desselben dar. Die unlöslichen organischen Stoffe sind zwar auch als Kapital zu betrachten, ihr jährlich löslich werdender Theil aber ist nur der flüssig und beweglich gewordene Theil desselben, der wieder ersetzt werden muß, wenn diese Flüssigwerdung nicht bald aufhören soll.

v. Liebig 25.

19) Die mechanische Bearbeitung des Feldes hat den Zweck, die chemischen Widerstände im Boden zu überwinden, die in chemischer unauflöslicher Verbindung befindlichen mineralischen und organischen Stoffe nicht nur frei löslich und verwendbar zu machen, sondern auch dem Boden die atmosphärischen Nahrungsmittel aus der Luft zuzuführen; der Sauerstoff, das Wasser, die Kohlensäure und das Ammoniak spielen hiebei die Rollen. Die Wirkung auf die mineralischen Stoffe heißt Verwitterung, die auf die organischen Stoffe Verwesung, die der Anziehung von Kohlensäure und Ammoniak — Bereicherung. Stehendes Wasser im Boden, welches der Atmosphäre den Zugang abschließt, ist Widerstand gegen Verwitterung und Verwesung, weniger gegen Bereicherung.

v. Liebig 26.

20) Der Sauerstoff wird durch Orydation mineralischer und durch Verwesung organischer Stoffe im Boden zurückgehalten; das Ammoniak von Materien, die es binden, wenn sie darin vorhanden

sind; die Kohlensäure geht zum Theil Verbindungen ein, zum Theil bleibt sie in der Luft zwischen den Bodentheilen zurück.

v. Liebig 24.

21) Durch die Bearbeitung werden die Zinse aus dem Kapital der Mineralsubstanzen erhöht und von dem Kapital der organischen Stoffe wird nicht nur ein weiterer Theil flüssig gemacht, sondern das Kapital selbst zum Theil wieder ergänzt.

22) Sind keine Materien im Boden vorhanden, welche das aus der Luft entnommene und den verwesenden Stoffen entquellende Ammoniak binden, so kann durch die Bearbeitung der Boden unfruchtbarer werden; ebenso wenn die Kohlensäure keine Verbindung eingehen oder von dem zu losen Boden nicht zurückgehalten werden kann. Dann wird durch die Bearbeitung nicht nur das Kapital der organischen Stoffe nicht ergänzt, sondern es geht sogar noch vom flüssig gemachten verloren.

v. Liebig 27.

23) Ein Boden zeigt eine gewisse natürliche Fruchtbarkeit für eine gegebene Pflanzengattung, wenn er die für diese Pflanzen nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffe in gehöriger Menge, in dem richtigen Verhältniß und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält.

v. Liebig 28.

24) Wenn dieser Boden durch eine Reihe von Ernten, ohne Ersatz der hinweggenommenen mineralischen Nahrungsmittel, unfruchtbar für diese Pflanzengattung geworden ist, so wird er nach einem oder einer Anzahl von Brachjahren denselben Grad von Fruchtbarkeit für diese Pflanzengattung wieder erreichen, wenn er neben den löslichen und hinweggenommenen Bodenbestandtheilen eine gewisse Summe derselben Stoffe im unlöslichen Zustande enthielt, welche während der Brachzeit durch mechanische Bearbeitung und Verwitterung löslich geworden sind und wenn er im Stande ist, die der Atmosphäre entnommene Kohlensäure und Ammoniak zurückzuhalten.

Durch die sogenannte Gründüngung wird diese Wirkung in kürzerer Zeit erzielt, weil die Gründüngungspflanze und der Boden zusammen der Luft mehr atmosphärische Nahrungsmittel entziehen, als es der Boden für sich allein im Stande ist, die Verwitterung aber unter ihrem Schatten ebenso schnell, ja vielleicht schneller vor sich geht, als durch die nackte Brachbearbeitung, und der Boden vor und nach ihr gewöhnlich doch bearbeitet wird. Durch wiederholte Gründüngung läßt sich die Fruchtbarkeit nicht nur wieder herstellen, sondern auch steigern.

25) Durch die im Boden verwesenden Gründüngungspflanzen wird der Stickstoff und Kohlenstoff auch in solchen Bodenarten zurückgehalten, welchen die Materien zur Bindung des Ammoniaks und den Zusammenhang zur Zurückhaltung der Kohlensäure fehlen. Die nachher auf dem Felde zu bauenden Pflanzen können die Produkte der Verwesung der Gründüngungspflanzen, da sie ihnen nur allmählig zugeführt werden, eher aufnehmen, wenn sie auch vom Boden weniger zurückgehalten werden. Die Gründüngung kann durch Zufuhr von Kohlensäure und Ammoniak auf Boden, der beide zurückhält, ersetzt werden (nach Liebig 46).

v. Liebig 29.

26) Ein Feld, dem jene mineralischen Nahrungsmittel fehlen, wird durch mechanische Bearbeitung nicht fruchtbar, ist es aber auch nie gewesen; wohl aber wird es durch brach liegen fruchtbarer als vorher, wenn es überhaupt Pflanzen hervorbringt und diese darauf verfaulen.

v. Liebig 30.

27) Bei fortwährender Entziehung der Ernten ohne Ersatz derselben beharrt das Land ohne Bearbeitung auf seiner natürlichen (ursprünglichen) Fruchtbarkeit; mit Bearbeitung beharrt es auf der durch die Bearbeitung gesteigerten Fruchtbarkeit (S. 19), solange sie fortgesetzt wird.

v. Liebig 31.

28) Wenn der Boden seine durch Mist oder verfaulende Pflanzen gesteigerte Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach längerer oder kürzerer Zeit die aus dem Miste oder den verfaulenden Pflanzen durch die Ernten gezogenen Bestandtheile wieder ersetzt werden.

Ist der Boden so zusammengesetzt, daß nur einzelne Bestandtheile des Mistes ꝛc. die gesteigerte Fruchtbarkeit hervorbrachten, weil die übrigen schon im Boden vorräthig waren, so kann der Mist so lange auch durch jene einzelnen Theile ersetzt werden, bis jener Vorrath verzehrt ist.

v. Liebig 32.

29) Die verschiedenen Kulturpflanzenarten bedürfen zu ihrer Entwicklung der atmosphärischen und der Mehrzahl oder aller verschiedenen mineralischen Nahrungsmittel, aber in ungleichen Mengen und in ungleichen Zeiten.

v. Liebig 33.

30) Wenn ein gegebenes Stück Feld eine gewisse Summe aller Nahrungsmittel in gleicher Menge und in geeigneter Beschaffenheit enthält, so wird dieses Feld unfruchtbarer für eine einzelne Pflanze, wenn durch eine Aufeinanderfolge von Kulturen ein einzelner dieser Bodenbestandtheile (z. B. lösliche Kieselerde, Ammoniak) soweit entzogen ist, daß seine Quantität für eine neue Ernte nicht mehr ausreicht.

v. Liebig 34.

31) Eine zweite Pflanze, welche diesen Bestandtheil (z. B. Kieselerde, Ammoniak) nicht bedarf, wird, auf demselben Felde gebaut, eine oder eine Reihenfolge von Ernten zu liefern vermögen, wenn sie überhaupt gerne nach sich selbst folgt, weil die andern ihr nothwendigen Nahrungsmittel in einem zwar geänderten Verhältnisse (nicht mehr in gleicher Menge), aber für ihre vollkommene Entwicklung ausreichenden Menge vorhanden sind. Eine dritte Pflanzengattung wird

nach der zweiten auf dem nämlichen Felde gedeihen, wenn die zurückgelassenen Bodenbestandtheile für den Bedarf einer Ernte ausreichen, und wenn während der Kultur dieser Gewächse eine neue Quantität des fehlenden Bestandtheils (der löslichen Kieselerde oder des Ammoniaks) durch Verwitterung oder Verwesung wieder löslich geworden ist, oder sich aus der Luft wieder angesammelt hat, oder wenn die vorhergehende Pflanze in ihren Rückständen in der Ackerkrume diese Bestandtheile hinterläßt, die sie aber nicht aus der Ackerkrume selbst, sondern unmittelbar der Luft oder dem tieferen Untergrunde entführt hat, so kann auf demselben Felde, beim Vorhandenseyn der andern Bedingungen, die erste Pflanze wieder kultivirbar seyn.

v. Liebig 36.

32) Das Wachsen der Pflanzen gleicher Art, ihre Zunahme an Masse und ihre vollkommene Entwicklung, steht höchst wahrscheinlich im Verhältniß zur Oberfläche und Zahl ihrer Organe, welche bestimmt sind, Nahrung aufzunehmen. Die Menge der aus der Luft aufnehmbaren Nahrungsstoffe ist abhängig von der Oberfläche ihrer Blätter, oder der Zahl und Größe ihrer Spaltöffnungen und von der Länge der Zeit, in welcher die Pflanzen vegetiren, d. h. in welcher sie dem an ihr vorüberziehenden Luftstrom Nahrungsstoffe entnehmen können. Die Menge der aus dem Boden aufnehmbaren Nahrung ist abhängig von der Menge der Wurzelfasern und der verschiedenen Tiefe, bis zu welcher sie durchdringen können. Durch Wärme wird die Thätigkeit der Auffaugungsorgane bis auf einen gewissen Grad erhöht.

33) Bei Pflanzen verschiedener Art und bei Gleichheit aller Bedingungen ist die Menge der aus der Luft aufnehmbaren Stoffe nicht nur von der Oberfläche der Blätter oder der Zahl und Größe ihrer Spaltöffnungen, sondern höchst wahrscheinlich auch von der Fähigkeit derselben, in gleicher Zeit mehr oder weniger Stoffe aufzunehmen, von der innern Organisation, von der speciellen Natur der Pflanzen abhängig, ferner von der Länge der Zeit nicht nur

während welcher sie vegetiren, sondern während welcher ihre verschiedenen Entwicklungsperioden stattfinden. Die Menge der aus dem Boden aufnehmbaren Nahrung ist abhängig von der Menge der Wurzelfasern, von der Tiefe, in welche sie eindringen, von deren Fähigkeit in gleicher Zeit mehr oder weniger Stoffe aufzunehmen, von der innern Organisation, von der speciellen Natur der Pflanzen.

34) Die Atmosphäre ist zwar unerschöpflich an ihren Nahrungsmitteln, aber nicht alle Pflanzen sind im gleichen Maße im Stande, dieselben aus ihr zu ziehen. Sie bildet einen Strom, der bald schneller, bald ruhiger über die Felder hinfließt, der den in ihm stehenden Pflanzen in gleicher Zeit bald mehr bald weniger Stoffe zuführt, was sie nicht erhaschen, zieht seines Wegs weiter und ist für sie dahin.

Diejenigen Pflanzen werden aus dem Strome die größte Menge Stoffe, im Verhältniß zu ihrer Erntemasse schöpfen, welche fortwährend alle ihnen zuziehenden Stoffe bald mehr bald weniger erhaschen und diese Operation durch die längste Zeit fortsetzen, d. h. denen zu Bildung ihrer Masse die längste Zeit bleibt; weniger diejenigen, welche immer nur eine gleiche Menge in sich aufnehmen, überhaupt von zeitweiligem Ueberfluß keinen Gebrauch machen, wenn sie es auch gleich lange fortsetzen; beide Arten aber im nämlichen Verhältniß noch weniger, wenn ihnen die Zeit gekürzt ist; am wenigsten diejenigen, welche nur kürzere Zeit aus dem Strome schöpfen können, und zu Zeiten mehr Stoffe brauchen, als ihnen der Strom gleichzeitig bietet.

35) Im Boden und Untergrunde sind die Nahrungsmittel zerstreut, sie bleiben aber so ziemlich an dem Orte, an dem sie einmal sind, oder durch die letzte Bearbeitung gebracht wurden. Die Pflanze kann sie aufsuchen, ihre Wurzeln nach ihnen aussenden, aus dem Vorrath aufnehmen, wenn sie von demselben braucht, so fern es nicht an Wasser fehlt.

Diejenigen Pflanzen können am meisten Stoffe aus dem Boden

ziehen, welche die meisten Wurzelfasern haben, deren Spitzen fähig sind, die Stoffe am rascheſten aufzunehmen.

Denjenigen Pflanzen aber stehen die meisten Nahrungsmittel und die längste Zeit auch Wasser zu Gebot, welche ihre Wurzeln in die zahlreichsten Schichten des Bodens und Untergrundes verbreiten. Bei gleicher Menge der von ihnen entzogenen Stoffe werden die letzteren die einzelnen Schichten am reichsten hinterlassen.

v. Liebig 38.

36) Einzelne Pflanzenarten sind im Stande, aus der Luft, dem Boden (der Ackerkrume) und dem Untergunde so viele Nahrungsmittel zu ziehen, daß ihre in den obersten Schichten hinterlassenen Rückstände mehr atmosphärische und mineralische Nahrungsstoffe enthalten, als der abgeerntete Theil der Pflanzen diesen Schichten selbst entzogen hat. Diese werden daher durch die Kultur derartiger Gewächse an sämmtlichen Nahrungsmitteln bereichert.

v. Liebig. 49.

37) Auf die in den vorstehenden Punkten (30—36) besprochenen Verhältnisse gründet sich theilweise die Wechselwirthschaft, theilweise auch auf den verschiedenen physikalischen Zustand des Bodens, wie ihn manche Pflanzen hinterlassen und andere lieben oder nicht, theilweise auf bis jetzt noch nicht erforschte Ursachen.

Die Verschiedenheit des Fruchtwechsels in verschiedenen Gegenden beruht auf der Verschiedenheit des Bodens, Klimas, der Bedürfnisse, des Absatzes u. s. w.

v. Liebig 37.

38) Wenn während der Bildung der Organe über und unter dem Boden zwei Pflanzen derselben Art, bei Gleichheit aller Bedingungen eine ungleiche Menge Nahrung in derselben Zeit dargeboten wird, so ist ihre Zunahme an Masse ungleich in dieser Zeit; sie ist größer bei derjenigen Pflanze, welche in dieser Zeit mehr Nahrung empfängt, die Entwicklung derselben wird beschleunigt. Dieselbe Ungleichheit der Zunahme zeigt sich, wenn den beiden

Pflanzen die nämliche Nahrung in derselben Menge, aber in einem verschiedenen Zustande der Löslichkeit dargeboten wird.

Durch Darbietung der richtigen Menge aller zur Ernährung eines Gewächses nothwendigen atmosphärischen und tellurischen Nahrungsmittel in der gehörigen Zeit und Beschaffenheit entwickelt es sich in dieser Zeit mehr durch gleichzeitige Bildung größerer Masse; seine Vegetationsstadien werden aber auch dadurch verlängert und in dieser längeren Zeit kann es abermals mehr Masse bilden und aus dem Strome der Atmosphäre längere Zeit schöpfen.

v. Liebig 39.

39) Die zum Leben einer Pflanze nöthigen Nahrungsstoffe müssen in einer gegebenen Zeit zusammenwirken, wenn sie zur vollen Entwicklung in dieser Zeit gelangen soll. Je rascher sich eine Pflanze in der Zeit entwickelt, desto mehr Nahrung bedarf sie in dieser Zeit.

v. Liebig 40.

40) Wenn einer der zusammenwirkenden Bestandtheile des Bodens oder der Atmosphäre fehlt, oder mangelt, oder die zur Aufnahme geeignete Beschaffenheit nicht besitzt, so entwickelt sich die Pflanze nicht oder in ihren Theilen nur unvollkommen.

Der fehlende oder mangelnde Bestandtheil macht die andern vorhandenen wirkungslos oder vermindert ihre Wirksamkeit.

v. Liebig 41.

41) Wird der fehlende oder mangelnde Bestandtheil dem Boden zugesetzt, oder der vorhandene unlösliche löslich gemacht, so werden die anderen wirksam.

Durch den Mangel oder die Abwesenheit eines nothwendigen Bestandtheils, beim Vorhandenseyn aller anderen, wird der Boden unfruchtbar für alle diejenigen Gewächse, welche diesen Bestandtheil zu ihrem Leben nicht entbehren können. Der Boden liefert reichliche Ernten, wenn dieser Bestandtheil in gehöriger Menge und Beschaffenheit zugesetzt wird. Bei Bodenarten von unbekanntem Gehalt an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln geben

Versuche mit den einzelnen Düngerbestandtheilen Mittel ab, um Kenntniß von der Beschaffenheit des Feldes und dem Vorhandenseyn der andern Düngerbestandtheile zu erlangen. Wenn z. B. phosphorsaurer Kalk wirksam ist, so ist dieß ein Zeichen, daß derselbe gefehlt hat oder in zu geringer Menge oder nur im unauflöslichen Zustand vorhanden war, während an allen übrigen kein Mangel war. Hätte einer von den andern nothwendigen Bestandtheilen ebenfalls gefehlt, so würde der phosphorsaure Kalk keine Wirkung gehabt haben.

v. Liebig 42. 43.

42) Die Wirksamkeit aller mineralischen Bodenbestandtheile zusammengenommen in einer gegebenen Zeit ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel in eben dieser Zeit, kommen sie nun aus der Luft oder dem Dünger, und umgekehrt.

v. Liebig 43.

43) Der bloß durch mineralische Nahrungsmittel fruchtbare Boden entzieht in den darauf wachsenden Pflanzen der atmosphärischen Luft mehr Kohlensäure und Ammoniak als der durch ihren Mangel unfruchtbarere. Diese Entziehung steht im Verhältniß zu seiner Fruchtbarkeit und ist nur begrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlensäure und Ammoniak in der Luft, durch das Klima und die Natur der einzelnen Pflanzenarten (34).

Wenn diese Fruchtbarkeit durch Zufuhr organischer Reste gesteigert wird, so entzieht dieser Boden durch die auf ihm wachsenden Pflanzen der atmosphärischen Luft noch mehr Kohlensäure und Ammoniak (Punkt 32 und 37) als der bloß durch seine mineralischen Stoffe fruchtbare Boden. Diese größere Entziehung steht im Verhältniß zu seiner gesteigerten Fruchtbarkeit und ist auch nur begrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlensäure und Ammoniak in der Luft, durch das Klima und die Natur der einzelnen Pflanzenarten (34), sie nähert sich aber dieser Grenze mehr, als die des bloß mineralisch fruchtbaren Bodens.

v. Liebig 44.

44) So weit die in dem Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel nicht zureichen, um mit einer gewissen Menge atmosphärischer Nahrungsmittel die Pflanzenstoffe zu bilden, stehen bei gleicher Zufuhr der atmospärischen Bedingungen des Wachsthums der Pflanzen aus der Luft oder dem Boden — die Ernten im geraden Verhältniß zu den im Dünger zugeführten, mineralischen Nahrungsmitteln (Punkt 40 und 41).

v. Liebig 45.

45) So weit die dem Boden aus der Luft dargebotenen und in ihm enthaltenen atmosphärischen Nahrungsmittel nicht zureichen, um mit einer gewissen Menge mineralischer Substanzen die Pflanzenstoffe zu bilden, stehen bei — durch Verwitterung und Düngung entstandenen gleichen tellurischen Bedingungen die Ernten im geraden Verhältniß zu den im Dünger zugeführten atmosphärischen Nahrungsmitteln (Punkt 40 und 41).

v. Liebig 45.

46) Die Vereinigung sämmtlicher tellurischer und atmosphärischer Bedingungen und ihr Zusammenwirken in der richtigen Menge, Beschaffenheit und Zeit, kommen sie nun aus dem Boden, der Luft oder dem Dünger, bedingen das Maximum des Ertrags.

v. Liebig 47, 48.

47) In dem an einem oder mehreren Nahrungsmitteln reichen Boden kann der Ertrag des Feldes durch Zufuhr derselben Stoffe nicht gesteigert werden.

III.

Anwendung dieser Theorien auf die Praxis.

Schon im Jahre 1823 sagte mir mein Lehrer Albrecht Block in Schierau: „Alles was eine Wirthschaft nachhaltig veräußern kann, muß gleich dem Produkt der Atmosphäre seyn. — Ein Feld, von dem nichts genommen wird, kann nur an Kraft zu- aber nie abnehmen."

Ich wußte seither und weiß heute noch diesem Satze nichts zuzusetzen, als „muß gleich den Produkten der Atmosphäre und der jährlichen Verwitterung des Gesammtbodens seyn."

Die Atmosphäre aber ist unerschöpflich an den atmosphärischen Nahrungsmitteln der Pflanzen und ist Gemeingut. Der Gesammtboden (Boden oder Ackerkrume und Untergrund zusammen) ist an denjenigen mineralischen Nahrungsstoffen, die er einmal von Natur hat, und die er den Pflanzen durch Verwitterung alljährlich liefert, so gut wie unerschöpflich, und ist Sondergut. Derjenige Landwirth, der es versteht, mittelst seines gegebenen Gesammtbodens der Atmosphäre am meisten Stoffe zu entziehen, wird, wenn er die Mittel nachhaltig anwendet, nachhaltig auch am meisten Stoffe aus seiner Wirthschaft veräußern können.

Dieser Mittel gibt es sehr viele und verschiedene; die rechten Mittel am rechten Platze anzuwenden, ist eben die Aufgabe des Landwirths, wozu ihm die Wissenschaft die Wege zeigen soll,

auf welche er aber bisher bei weitem mehr durch die Erfahrung als durch die Wissenschaft gekommen ist.

Die höchste — natürliche Produktion gewährt derjenige Boden, welcher für das betreffende Klima die geeignetste physikalische Beschaffenheit hat und die mineralischen Nahrungsmittel der für dieses Klima geeigneten Kulturpflanzen vollständig und in größter Menge enthält und sie ebenso durch Verwitterung fortwährend löslich werden läßt. (Normalboden.) Ist der Boden nicht in diesem Zustande, so bedarf er vor allem der Verbesserung des chemischen und physikalischen Zustandes.

Einem Boden, dem einzelne mineralische Nahrungsmittel fehlen, müssen diese, wenn er nachhaltig verbessert werden soll, in solcher Menge zugeführt werden, daß der Boden durch sie die gleiche chemische Zusammensetzung erhält wie der Normalboden; dieß ist ausführbar, wenn in naher Umgebung Materalien zu finden sind, welche jene fehlenden Stoffe enthalten; ob sie auch außer diesen andere mineralische Nahrungsmittel enthalten, welche der zu verbessernde Boden schon enthält, thut nichts zur Sache, denn der Ueberfluß an solchen, wenigstens wie er durch Melioration der Art zu Stande gebracht wird, schadet nicht leicht, wenn sie nur nichts positiv Nachtheiliges enthalten. Geognostische Kenntnisse werden in solchen Fällen dem Landwirth besonders zu Statten kommen.

Derartige Meliorationen sind insofern nachhaltig, als ihre Wirkungen Menschenalter anhalten, bis sie wieder erneuert werden müssen, in welcher Zeit sie auch die Kosten nebst reichlichen Zinsen bezahlen müssen.

Sind derartige, den vorhandenen Boden ergänzende Materialien in der Umgebung nicht zu finden, so daß die Transportkosten zu theuer würden, so bleibt zu Verbesserung der natürlichen Ernten bis zu dem Grade des Normalbodens der Gegend nichts anders übrig, als dem Boden die fehlenden einzelnen mineralischen Nahrungsmittel in der nöthigen Menge zuzusetzen; diese Substanzen sind, weil sie

weniger große Massen bilden, leichter transportabel und daher mit gleichen Kosten weiter herzubeziehen, als obige Materialien der Gebirgstrümmer.

Den physikalischen Zustand des Bodens, soweit er von dessen eigenen Bestandtheilen ausgeht, bewirken hauptsächlich der Sand, der Thon und der Kalk. Für jedes Klima wird der Normalboden anders zusammengesetzt seyn müssen; für feuchtes mehr aus Kieselsand, für trockenes mehr aus Thon, für kaltes mehr aus Sand und Kalk; der Thon kann durch Sand und Kalk trockener, lockerer und wärmer, der Sand durch Thon bindiger, feuchter und kühler, durch Thon und Kalk bindiger und feuchter, der vorherrschende Kalk durch Thon bindiger, feuchter und kühler gemacht werden rc.

Je nachdem nun einem gegebenen Boden in gegebenem Klima die eine oder die andere Eigenschaft gegenüber dem betreffenden Normalboden fehlt, so weit dieselbe aus der Zusammensetzung des Bodens selbst hervorgeht, kann durch Zufuhr des ergänzenden Theils oder der ergänzenden Theile als Sand, Thon, Kalk, Mergel verschiedener Art rc. geholfen werden. Hiezu sind aber immer größere Massen nöthig, die daher in der nahen Umgebung vorhanden seyn müssen. Hat etwa der Untergrund die Eigenschaften des Ergänzungsmaterials oder besteht er aus demselben, so erspart das Rajolen die Auffuhr von entlegenen Materialien rc. Derartige Meliorationen sind die nachhaltigsten, weil diese Materialien, soweit sie nicht abgeschwemmt werden, im Boden bleiben und nur theilweise in kleiner Menge von den Pflanzen aufgenommen werden, wofür die gleiche Menge im Boden schon ursprünglich vorhandener Nahrungsmittel zurückbleibt, oder die Vegetation gesteigert wird.

Ist der gegebene Boden zu naß von hereinfließendem oder stehendem Wasser, so muß ersteres abgehalten, letzteres abgeführt werden; beides geschieht durch Drainage und ist ihre Wirkung nachhaltig.

Ist der gegebene Boden zu durchlassend für das Wasser, so hilft die Zuleitung von solchem; sie ist aber in Gegenden, wo das

Durchlassen des Bodens, des Untergrunds, der Gebirgsart weit verbreitet ist, nicht ausführbar, weil es da an Wasser überhaupt fehlt. Hier muß der Boden durch Thon wasserhaltender gemacht werden ꝛc.

Kurz, wenn wir die natürlichen höchsten Erträge des Normalbodens auf anderem Boden erreichen wollen, müssen wir ihn möglichst so herstellen wie diesen, und wo dieß nicht möglich, seinen nachtheiligen Eigenschaften dadurch zu begegnen suchen, daß wir in ihm die entgegengesetzten durch die geeigneten Mittel hervorbringen und wenn diese nur vorübergehend wirken, sie fortwährend anwenden.

Ist der Boden in dem für das Klima angemessenen Normalzustand oder ist er durch Meliorationen diesem Zustande unter den gegebenen Umständen möglichst nahe gebracht worden, so werden die natürlichen Erträge der meliorirten Bodenarten und ihre Nachhaltigkeit zu dem des Normalbodens in demselben Verhältniß stehen, in welchem die Melioration mehr oder weniger gelungen ist und die Eigenschaften des verbesserten Bodens dem des Normalbodens mehr oder weniger gleichkommen.

Den höchsten natürlichen und daher nachhaltigen Ertrag (ohne weitere Bearbeitung) wird der Normalboden geben, wenn bloß solche Pflanzen auf ihm wachsen, für welche Boden und Klima am angemessensten sind, und von diesen nur solche, welche zugleich mit der größten Menge der durch die Verwitterung fortwährend gelieferten Mineralstoffe des Gesammtbodens die größte Menge Nahrungsmittel der Luft entziehen; der Boden braucht hiebei keinen Ersatz der entzogenen Ernten, er bleibt auf dem Beharrungspunkte.

Der natürliche nachhaltige Ertrag des Normalbodens läßt sich aber nachhaltig erhöhen, wenn wir die vorhandenen Quellen von Nahrungsmitteln besser öffnen, besser fließen machen, besser benützen.

Wenn wir den Boden bearbeiten, der Luft mehr Zutritt in sein Inneres verschaffen, so befördern wir die Verwitterung desselben, die Verwesung der Rückstände der vorangegangenen Ernten und die

Aufnahme von Kohlensäure und Ammoniak aus der Luft durch denselben, die Pflanzen erhalten dadurch mehr Nahrungsmittel aller Art. Durch die Bearbeitung wird der Boden lockerer, die Wurzeln der Pflanzen können leichter eindringen, sich mehr verbreiten und so die mehr gebotenen Stoffe auch aufnehmen. Die Pflanzen werden besser gedeihen, sich stärker entwickeln, mehr und größere Organe bilden und ihre Vegetationszeit verlängern, wodurch sie mehr Stoffe aus der Luft zu ziehen im Stande sind. Die Vegetation, die Ernten werden gesteigert seyn.

Wechseln wir mit den Pflanzen und geben wir jeder einzelnen in dem Wechsel diejenige Stellung, welche ihr in jeder Rücksicht unter den gegebenen Verhältnissen am besten zusagt, so kann sich jede am vollkommensten entwickeln, sie wird daher wieder mehr Nahrungsmittel aus dem Boden und aus der Luft ziehen und reichere Ernten liefern.

Wählen wir für diesen Wechsel wieder nur die für Boden und Klima geeignetsten Pflanzen und von diesen diejenigen, welche vermöge ihrer Natur die größte Menge von Nahrungsmitteln aus Boden und Luft entnehmen, so werden wir die Ernte abermals steigern.

Soweit läßt sich der Ertrag des Normalbodens steigern und durch fortgesetzte Anwendung der hiezu benützten Mittel auch in dem gesteigerten Zustand erhalten, ohne daß dem Boden für die entzogenen Ernten ein Ersatz gegeben wird. Es ist die durch Bearbeitung und durch Auswahl und richtige Folge der Pflanzen gesteigerte natürliche Produktion des Bodens und der Atmosphäre. Der Boden ist auf dem durch Arbeit gesteigerten Beharrungspunkt.

Durch vermehrte Steigerung der Vegetation sind wir auch im Stande, noch mehr Stoffe aus dem Boden und der Luft zu ziehen; hiezu ist aber nöthig, daß wir den Pflanzen auf dem Normalboden eine weitere neue Quelle von sämmtlichen Nahrungsmitteln schaffen.

Pflügen wir eine der Ernten, statt sie vom Felde zu bringen, vor ihrer Reife unter und lassen sie am Boden verwesen, so geben wir demselben in den Produkten und Edukten dieser faulenden Pflanze sämmtliche Nahrungsstoffe, die sie ihm entzogen hat, nicht nur zurück, sondern verleiben ihm auch die Stoffe ein, welche sie aus der Atmosphäre geschöpft haben.

Den nun folgenden Pflanzen stehen gerade so viel mehr Nahrungsstoffe zu Gebot als die untergepflügten Pflanzen in ihren sonst abgeernteten Theilen weggenommen hätten und als dieselben durch die Verwesung allmählig auflöslich werden. Es wird in dem Boden eine Quelle von Kohlensäure und Ammoniak geschaffen, welche beide nicht nur mit den in den untergepflügten Pflanzen enthaltenen Aschenbestandtheilen den folgenden Pflanzen zur Nahrung dienen, sondern auch weitere Verwitterungsprodukte aus dem Boden selbst auflösen, als die bisher durch bloße Bearbeitung in den Boden gebrachte Zufuhr von diesen Stoffen aus der Luft bewerkstelligen konnte. Mittelst dieser mehr aufgelösten mineralischen Stoffe nimmt die künftige Pflanze auch wieder mehr Nahrungsmittel aus der Luft als die vorigen, nebendem, daß sie die durch die Gründüngungspflanze zugeführten Stoffe in sich aufnimmt und ihre eigene Vegetation steigert. Mit der Verwesung der Gründüngungspflanze nimmt auch die Steigerung der Vegetation, nimmt auch die stärkere Stoffaufnahme aus der Luft ein Ende. Soll die Fruchtbarkeit des Bodens auf dieser Stufe erhalten werden, so muß das Unterpflügen einer Ernte wieder erfolgen, ehe die vor ihr untergepflügte völlig verwest ist, sonst versiegt die weitere Quelle und der Boden sinkt wieder auf seinen durch Arbeit gesteigerten Beharrungspunkt zurück.

Anstatt daß wir von Zeit zu Zeit eine ganze Ernte unterpflügen, können wir dieselbe Steigerung der Vegetation erreichen, wenn wir in derselben Zeit Theile von verschiedenen Ernten, welche zusammen die gleiche Menge Nahrungsmittel enthalten, wie die Gründüngungspflanze, an deren Stelle unterpflügen, ja wir können von

diesen Theilen eine größere Menge ansammeln und dadurch dem Boden auf einmal eine größere Menge Nahrungsstoffe zuführen, als in der Gründüngungspflanze enthalten sind, und können dadurch die Vegetation noch mehr steigern und durch die folgenden Pflanzen der Luft und dem Boden noch mehr Stoffe entnehmen oder aber die Vegetation auf gleichem Grade der Steigerung wie durch Gründüngungspflanzen längere Zeit erhalten als durch diese.

Je öfter wir die Gründüngung wiederholen oder je mehr Theile von den entzogenen Ernten wir wieder dem Boden einverleiben, um so mehr wird die folgende Vegetation gesteigert, um so mehr der Luft und dem Boden durch die Pflanzen entzogen, ja wenn wir Ernte auf Ernte unterpflügen, steigert sich das Wachsthum der Pflanzen auf's höchste, bis sie ihrer Natur nach nicht mehr im Stande sind, alle gebotenen Nahrungsmittel in sich aufzunehmen. Der Boden nimmt fortwährend an Kraft zu, endlich ist er im Stande eine Reihe von Jahren die höchsten Ernten ohne allen Wiederersatz zu gewähren, bis ihm seine überschüssigen Vorräthe wieder entzogen sind.

Diese Art der Steigerung ist aber bei kostbarem Lande eine kostbare, da wir mit jeder untergepflügten Ernte auf den alsbaldigen Bezug einer Jahresernte, auf den alsbaldigen Wiederersatz der für Saat und Arbeit ausgelegten Vorauslagen dieses Jahres verzichten müssen. Die Gründüngung kostet zu viele Zeit.

Wir verfahren vortheilhafter, wenn wir von der Ernte die für uns nützlichsten Theile behalten und veräußern und nur die werthloseren dem Felde zurückgeben; wir können aber auch aus den werthlosen Theilen einzelne Stoffe durch das Vieh ziehen lassen und dadurch in nützliche thierische Produkte umwandeln. Aus den Ueberresten entsteht der Mist, in welchem wir aber dem Boden in gleicher Zeit noch so viele Pflanzennahrungsmittel zurückgeben müssen, wie durch die Gründüngungspflanze, wenn wir die Vegetation auf die gleiche Stufe bringen, aber auf derselben erhalten wollen, auf welche

sie durch die Gründüngung gebracht und auf welcher sie durch dieselbe erhalten wurde.

Soll die Vegetation immer noch mehr gesteigert und auf dieser hohen Stufe erhalten werden, wodurch wir wieder nachhaltig mehr Produkte veräußern können, so bleibt uns noch übrig, einen Theil unserer Grundstücke der natürlichen Produktion zu überlassen, namentlich wenn diese durch äußere Mittel, wie durch Wässerung und Ueberschwemmung von Wiesen auch noch gesteigert werden kann, und die dort gewonnenen Ernten oder deren Reste auf den noch höher zu steigernden Normalboden zu bringen. Wir können zu all dem noch Materialien kaufen, aus denen wir durch die Viehzucht Stoffe ziehen und deren Reste wir auf den Acker bringen, ja wir können endlich den Dünger selbst kaufen und eine um so größere Masse der Ernte veräußern. Wir können durch Zukauf die Zeit gewinnen, die uns durch die Gründüngung verloren geht; jener kostet mehr Geld, diese mehr Zeit; Zeit ist aber Geld, und es fragt sich im speciellen Fall bloß, in welcher Form es an Ort und Stelle unter gegebenen Umständen höheren Cours habe.

Die am höchsten gesteigerte Vegetation wird am meisten Stoffe aus dem Boden und der Luft entnehmen, neben denen, welche sie aus dem zugeführten Dünger erhalten hat. Um diesen höchsten Ueberschuß nachhaltig veräußern zu können, brauchen wir dem Felde nur immer so viel wieder zu ersetzen, als die Ernten Stoffe aus dem zugeführten Dünger gezogen haben.

Es handelt sich aber nicht bloß darum, die meisten Stoffe als Aequivalent der durch die Pflanzen aus der Luft und dem Gesammtboden gezogenen Nahrungsmittel nachhaltig zu veräußern, sondern dieses auch zugleich in der werthvollsten Form zu thun, denn erst hieraus entspringt der höchste nachhaltige Werthsertrag. Wir bauen und benützen in dieser Rücksicht theils verschiedenartige Pflanzen, theils dieselben Pflanzen auf verschiedene Weise; wir können

1) von mehreren Pflanzen die ganze Ernte unter allen Umständen als werthvolles Produkt direkt verkaufen, wie bei manchen Handelsgewächsen; wir können unter Umständen alle Gewächse als Handelsgewächse benützen und ihre ganzen Ernten als werthvolles Produkt direkt veräußern,

2) von andern Pflanzen können wir unter allen Umständen nur gewisse werthvollere Theile direkt in den Handel bringen, die übrigen nicht oder oft mit Vortheil nur unter besonderen Umständen, z. B. von Getreide, verschiedenen Handelsgewächsen;

3) von anderen können wir unter Umständen gar nichts oder wenigstens nicht mit Vortheil direkt veräußern, sondern wir müssen sie vorher umwandeln, wie zum Theil die werthloseren Theile der vorigen Art.

Wenn wir nur Pflanzen der ersten Art bauen wollen, oder alle auf jene Weise benützen wollen, so müssen wir uns entweder auf die durch bloße Bearbeitung gesteigerte natürliche Vegetation beschränken, oder soll diese höher gesteigert werden, von andern Grundstücken den natürlichen Ueberschuß diesen Feldern zukommen lassen, oder Dünger kaufen.

Weil es aber eben zur Steigerung der Produktion nöthig ist, mit den Pflanzen zu wechseln, weil auch die zweite Klasse werthvolle Produkte neben werthloseren liefert, so suchen wir die werthloseren in eine werthvollere Form zu bringen, was dadurch geschieht, daß wir sie theilweise in thierische Produkte umwandeln, theilweise dem Felde wieder zurückgeben, um sie durch dieses in werthvollere Produkte umwandeln zu lassen.

Um den Wechsel der Pflanzen zu vergrößern, um jedem Gewächse den bestmöglichsten Standpunkt in der Fruchtfolge zu geben, und um die bei der vorigen Klasse abfallenden werthloseren Theile der Ernte durch die Viehzucht höher verwerthen zu können, müssen wir zu solchen gleichsam ergänzende Futtermittel haben und daher auch die dritte Art in unsern Wechsel aufnehmen, die Futter-

pflanzen. Obige Zwecke werden zunächst durch die Einschaltung von Wurzelgewächsen erreicht. Ihr Anbau ist aber ziemlich kostbar, daher suchen viele Wirthschaften aus ihnen diejenigen Stoffe, welche für die Ernährung der Thiere weniger Werth haben, durch Umwandlung in werthvollere Produkte direkt verkäuflich zu machen (durch Brennerei, Zuckerfabrikation), und nur die an und für sich werthloseren Theile, welche aber die Thiere noch weiter ausnützen können, zu verfüttern und den kleinsten Rest dem Acker wieder zurückzugeben.

Die vorstehenden Futtermittel, wie der werthlosere Theil der Getreideernten, das Stroh, lassen sich aber durch die Viehzucht noch höher verwerthen, wenn wir denselben zur Fütterung noch grün abgemähte, stickstoffreiche Pflanzen zusetzen. Der Wechsel der Pflanzen wird durch deren Einschaltung noch mannigfaltiger, die einzelne Pflanze kehrt seltener auf denselben Standpunkt zurück, sie entwickelt sich daher vollkommener und zieht mehr aus der Atmosphäre. Die höchste Produktion aus der Atmosphäre und der natürlichen Verwitterung ziehen wir aber, wenn wir unter den grün zu verfütternden Pflanzen solche zum Anbau auswählen, welche unter allen Pflanzen in ihren Ernten die meisten Stoffe aus dem Untergrunde und der Atmosphäre schöpfen.

Diese sind bei uns bis jetzt die Klee- und die Luzernearten und zum Theil die Esparsette. Bei der durch alle Mittel gesteigertsten Fruchtbarkeit des Normalbodens geben diese Gewächse nicht nur die höchsten Erträge von Pflanzenstoffen, sondern sie ziehen unter allen andern Kulturpflanzen verhältnißmäßig die meisten Stoffe aus dem Untergrunde und der Luft, ja mehr als in ihren Ernten enthalten ist, denn sie bereichern in ihren Rückständen den Boden noch an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln, statt sie ihm zu entnehmen. Wir können sie an die Stelle der Gründüngungspflanzen setzen, ohne auf die Ernte, ohne auf die Jahresrente, ohne auf den Wiederersatz der Vorauslagen verzichten zu müssen; ihre Rückstände bringen dieselbe Wirkung hervor, wie die Grün-

düngungspflanze. Wir gewinnen durch sie an Geld und Zeit zugleich, also doppelt.

Wenn gleich die Ernteprodukte dieser Gewächse nur unter besondern Umständen direkt verkäuflich sind (denn wenn sie alle Landwirthe zu Markte brächten, würde das Angebot die beschränkte Nachfrage bald überbieten), so lassen sich einzelne Theile derselben durch den Körper der Thiere extrahiren und in werthvollere, verkäufliche Produkte umwandeln, den Rest aber geben wir dem Boden wieder, um mit ihm die Vegetation zu steigern, um sie durch dieselbe in andere, werthvollere, besser verkäufliche Produkte umzuwandeln.

Würden uns die Naturwissenschaften Mittel an die Hand geben, diese Gewächse öfter auf derselben Stelle wieder mit gleichbleibendem Erfolg bauen zu können, als dieß nach den landwirthschaftlichen Erfahrungen der Fall ist, so wäre der Stein der Weisen für die Landwirthschaft gefunden, denn für die Umwandlung ihrer Ernten in dem menschlichen Bedürfniß entsprechende Formen wollten wir schon sorgen.[1]

Dadurch nützt uns die Wissenschaft nicht viel, wenn sie uns lehren will, die Natur zu zwingen, denn wir kommen weiter, wenn wir das, was sie uns bietet, zweckmäßig benützen, wenn wir ihr nachhelfen, statt ihr entgegenzutreten. Es hilft uns nicht viel, wenn uns die Wissenschaft den Dünger entbehrlich machen will, denn die Natur bietet uns wenig Pflanzen, die wir in ihrer ganzen Masse für unsere Bedürfnisse unmittelbar verwenden können, sondern von den meisten sind uns nur einzelne Theile in ihrer gegebenen Form

[1] Möglicherweise liegt dieses Mittel in dem Anbau verschiedener Arten dieser Pflanzen. Nach hiesigen mehrfachen Versuchen hat sich z. B. herausgestellt, daß der Bastardklee unmittelbar auf den rothen Klee mit gutem Ertrage folgt, daß er selbst unmittelbar nach sich selbst folgt (aber wie lange dieses letztere der Fall seyn wird, wissen wir noch nicht). Sollte der rothe Klee ebenfalls durch den Bastardklee als Vorgänger nicht behelligt werden, so könnte in der Zwischenzeit, nach welcher der Klee auf einem gegebenen Boden wieder gebracht werden darf, der Bastardklee eingeschoben werden.

nutzbar. Sollen wir nun die andern Theile wegwerfen oder als Brennmatertal verbrauchen? So lange wir aus ihrer Umwandlung in andere Form durch die Viehzucht noch weitern Nutzen ziehen können, werden wir Mist aus einem Theile von ihnen machen. Sollen wir diesen verbrennen? So lange wir ihn durch seine Umwandlung in andere nutzbarere werthvollere Formen durch die Pflanzenkultur höher verwerthen können, sicher nicht.

Der Mist ist und bleibt unter unsern Verhältnissen die „Seele" der Landwirthschaft, er ist gleichsam das Material, welches in dem landwirthschaftlichen Gewerbe verarbeitet wird, dessen Bestandtheile wir durch die Processe der Natur mittelst der Pflanzen und Thiere in andere uns zweckdienlichere Formen umwandeln, das Material, durch das wir mittelst der Pflanzen während seiner Umwandlung weitere Materien aus Luft und Boden anziehen und mit ihm in beliebige Form umwandeln, so daß wir am Ende dieser Umwandlungsprocesse nicht nur das ursprüngliche Material in veränderter Form, sondern auch zugleich eine größere Menge desselben wieder erhalten. Wir können den Betrieb gleichmäßig fortsetzen, wenn wir von dem wieder gewonnenen Material immer wieder die gleiche Menge in Verarbeitung nehmen, wir können ihn aus sich selbst steigern oder schwächen, wenn wir von dem vermehrten Material auch wieder mehr verwenden oder umgekehrt.

Es kann uns nicht viel helfen, wenn uns die Wissenschaft von „dem Zwange des Fruchtwechsels" emancipirt, denn wenn wir ihn auch nicht mehr brauchen, um unsere Erträge zu steigern, wenn wir jede Pflanze fortwährend mit gleichem Ertrage bauen können; wir wollen nicht bloß Eine Pflanze auf unserem Felde bauen, wir wollen mehrere bauen, um unsere verschiedenen Bedürfnisse zu befriedigen, um die Arbeiten zu vertheilen und durch diese Vertheilung mit gegebenen Arbeitskräften möglichst viel leisten, und mit denselben die jeder Zeit anfallenden Arbeiten rechtzeitig gewältigen zu können.

Wir wollen verschiedene Pflanzen bauen, um, weil ihr Gedeihen von dem unsichersten, unbeständigsten Faktor, von der Witterung abhängt, den Gesammterfolg ihrer Kultur mehr zu sichern, und nicht bloß auf Eine Karte zu spielen, denn die Sicherheit des jährlichen Ertrages ist für die meisten Landwirthe so wichtig wie dessen Höhe.

Wir können uns übrigens jetzt schon theilweise von dem Zwange des Fruchtwechsels emancipiren, wenn wir weniger Stoffe veräußern und dem Boden mehr ersetzen, wenn wir stärker düngen wollen, wenn wir bei verschiedenen Pflanzen, die es zulassen, die Rolle, welche ihr richtiger Standpunkt in der Fruchtfolge bei der Steigerung ihres Wachsthums spielt, dem Dünger übertragen. Wir bekommen aber dabei durch das Plus des Düngers keine höheren Erträge als bei richtiger Fruchtfolge mit wenigerem. Wir stellen einen wohlfeilen Faktor der Steigerung auf die Seite, um dafür einen kostbareren zu benützen.

Allerdings möchten die meisten Landwirthe viel lieber nichts als Weizen und Reps 2c. bauen, als dem Zwange eines Fruchtwechsels mit Futterpflanzen unterworfen zu seyn, weil die direkt verkäuflichen Körner jener Früchte mehr Geld ertragen, als die durch die Viehzucht verwertheten Futterpflanzen von gleicher Fläche; sie bedenken nicht, daß der Mist aus diesen Pflanzen in ihrer Fruchtfolge eben in Weizen und Reps umgewandelt wird, daß ohne ihn die gesteigerten Erträge derselben auf den Beharrungspunkt herabsinken würden. Sie sind kurzsichtig, geizig, und greifen nur nach dem Nächsten; daher das allgemeine Streben in den Fruchtfolgen, die Fläche für direkt verkäufliche Produkte möglichst groß gegenüber der für die Futterpflanzen zu machen.

Es ist aber bei der Pflanzenzucht wie bei der Viehzucht, wenn wir die gegebene Nahrung auf zu viele Individuen vertheilen, produciren wir nichts. Wenn wir mit wenig Mist eine große Fläche düngen, so wird die Vegetation kaum die natürliche überragen, wenn

wir dem Vieh nur wenig über das Erhaltungsfutter geben, so bringt es nichts als Mist ein; bei den Pflanzen ist für den Landwirth die natürliche Produktion das, was bei dem Vieh der durch das bloße Erhaltungsfutter hervorgebrachte Zustand ist. Legen wir eine große Fläche mit Futter an, so werden wir mehr Mist machen, verwenden wir diesen auf eine kleine Fläche, so werden wir auf dieser den mehrfachen Effekt in der Pflanzenproduktion hervorbringen. Ebenso beim Vieh. Wo gute Wirthschaften sind, wird so gewirthschaftet, und ich habe erst kürzlich wieder Gelegenheit gehabt, Wirthschaften auf den fürstl. Schwarzenberg'schen Besitzungen in Böhmen zu sehen, wo, nachdem der Getreidebau auf die Hälfte der Fläche reducirt, der Futterbau auf das Doppelte ausgedehnt, wo gleichzeitig die Hälfte des Viehstandes abgeschafft wurde und wo jetzt das Doppelte an Getreide verkauft, das Doppelte aus Viehprodukten gegen früher erlöst wird. Der Fürst stellte den äußerst richtigen Satz auf: „Vor allem müssen wir Futter genug in unsern Wirthschaften haben, dann kommt das Getreide von selbst." Und wenn unter diesem vielen Futter Klee und Luzerne die Hauptrolle spielen, wenn sie in möglich größter Menge gebaut werden, so werden, wenn alle andern Steigerungsmittel angewendet worden sind, die meisten und werthvollsten Produkte als Aequivalent der aus der Luft und dem Gesammtboden gezogenen Stoffe nachhaltig veräußert werden können.

Die thierischen Produkte sind aber in der That wohlfeiler als die direkt verkäuflichen Pflanzenprodukte und kosten doch mehr Erzeugungskosten als diese; denn in den Pflanzen ist unser Material, der Dünger, erst einmal umgewandelt und nun sollen diese erst im thierischen Produkte abermals umgewandelt werden, was neue Arbeit, neue Kosten verursacht, die dem Viehzüchter offenbar in der Regel nicht vollständig ersetzt werden. Es lohnt sich selten, direkt verkäufliche Pflanzenprodukte, Körner, in thierische Produkte umzuwandeln.

Unsere ganze Körnerproduktion steht im Verhältniß zu dem auf sie verwendeten Mist, dieser aber zu dem Futter, das in thierische Stoffe umgewandelt wird und so sollten Körner und thierische Produkte eigentlich im Gleichgewicht mit einander stehen, wenn sie nicht die Consumtion in einem andern Verhältniß fordert als in ihrer beiderseitigen Erzeugung nach der Natur unseres Ackerbaues liegt.

Dieses scheint nicht der Fall zu seyn, denn so weit beide Arten von Produkten zur menschlichen Nahrung dienen, können sie einander gegenseitig ersetzen. Das Angebot der Vieherzeugnisse muß daher im Verhältniß zum Angebot der Körner größer seyn, als die Natur unseres Ackerbaues mit sich bringt.

Bei dem Schlendrian, in dem die überwiegend große Mehrzahl der Landwirthe noch begriffen ist, wird der Mist in dem Verhältniß zum Ganzen noch sehr wenig in frischem Zustande ausgeführt, die Mehrzahl läßt ihn ganz, von den andern der große Theil halb verfaulen und nur wenige benützen ihn frisch. So sehr man überall über Mangel an Dünger klagt, so sehr man sich sonst alle Mühe gibt, die Vegetation zu steigern, so viel man Futter baut, um viel Mist zu machen, so läßt man ihn, wenn er geschaffen ist, verwahrlost auf der Miststätte liegen, läßt die wichtigsten Theile davon in die Luft entfliehen, aus deren allen gemeinschaftlichen Strome man sich auf allermögliche Weise bemüht, sie wieder herauszufischen!

Man darf wohl annehmen, daß in unsern Wirthschaften der Mist höchstens im halb verfaulten Zustand im Durchschnitt ausgeführt wird. (Lehren es doch so unsere Meister, unsere erfahrenen Landwirthe, lehrt es doch so die Theorie!) Bis der Mist in diesen Zustand kommt, verliert er 25 Proc. seiner Masse und darunter am meisten den so kostbaren Stickstoff; ich will aber hier die verlorene Masse der zurückgebliebenen im Werthe gleich setzen. Würden sämmtliche Landwirthe ihren Mist möglichst frisch anwenden, so daß höchstens 5 Proc. davon verloren gingen, so würde die Steigerung unserer

Kulturpflanzen um 20 Proc. steigen; es würden nicht nur diese 20 Proc. der gesammten zur Steigerung verwendeten Pflanzennahrung in Pflanzenstoffe umgewandelt, sondern damit auch noch weitere aus der Atmosphäre und dem Boden gezogen. Einer Erhöhung der Futterproduktion bedarf es aber nicht, so lange wir die Vegetation nicht noch mehr steigern wollen; daher könnten unter den jetzigen Verhältnissen diese 20 Proc. des in den Wirthschaften umlaufenden Düngerkapitals allein auf die Mehrproduktion von Körnern 2c. verwendet werden, die daher um so größer gegenüber dem bleibenden Viehstande würde. Hiedurch würde das Angebot von Körnern größer, ihr Preis niedriger und dieser würde mit dem der Viehprodukte sich mehr in's Gleichgewicht setzen. Producenten und Consumenten würden zugleich gewinnen.

Statt die 20 Proc. gewonnenen Mist auf den Körnerbau zu verwenden, könnten aber auch sämmtliche Landwirthe ihren Futterbau um 20 Proc. einschränken. Die Körnerproduktion bliebe dieselbe, die Viehproduktion würde um 20 Proc. vermindert, und daher im Preise steigen, während der Körnerpreis derselbe bliebe; das Gleichgewicht wäre hergestellt, übrigens zum einseitigen Nachtheil der Consumenten und kaum zum einseitigen Vortheil der Producenten. Werden die 20 Proc. gewonnener Mist zum größern Theil dem Körnerbau, zum kleinern Theil dem Futterbau zugewendet, so werden Producenten und Consumenten daraus Vortheil ziehen, nur wird er wie billig größer auf Seite der Producenten seyn.

Wo es aber unmöglich ist, den Mist so frisch auszuführen, daß er auf der Düngerstätte bloß 5 Proc. verliert, da gibt es Mittel, die sich verflüchtigenden werthvollsten Stoffe zurückzuhalten und zwar durch Aufführung von thonhaltiger Erde oder Mergel, Aufstreuen von Gyps 2c., deren Kosten unter Umständen aber auch noch in die Wagschaale für die frische Ausfuhr zu legen sind.

Da die Landwirthe den Mist fast um jeden Preis haben müssen, da er durch die niedrigen Preise der Viehprodukte ziemlich theuer zu

stehen kommt, da selbst die Düngermaterialien, Futter und Stroh, so lange die Landwirthe ihren Dünger zu jedem Preis erzeugen, selbst troz des geringeren Bedürfnisses anderer Consumenten als der Landwirthe theuer sind, so suchte man natürlich schon lange nach Mitteln, um den Mist zu ersezen. Man brauchte ihn dann entweder nicht so theuer in so großer Menge zu produciren, oder man könnte ihn ganz entbehren und die im Fruchtwechsel gewonnenen Düngermaterialien direkt veräußern; lezteres geht aber nur so lange mit Vortheil, als nicht viele Landwirthe es thun und als es noch viele gibt, welche diese Materialien kaufen, um Mist daraus zu machen. Der Markt dürfte bald überführt seyn und dann griffe jeder wieder zum alten Mist.

Die Landwirthe selbst suchten lange ohne nähere Kenntniß der nöthigen Stoffe nach solchen Mitteln; sie wurden einfach auf dem Felde probirt, trat durch ihre Anwendung eine sichtbare steigernde Wirkung auf die Vegetation ein, so hatte man — und hat es heute noch — einen neuen Dünger gefunden. Das neue wohlfeile Mittel wurde statt des theuern Mistes verwendet, die Ernten Anfangs durch dasselbe gesteigert, allmählig ließ die Wirkung nach und bis dieß völlig erkannt war, blieb das Feld nur schlecht mit Mist oder gar ungedüngt und es trat das Sprüchwort auf: das Mittel mache reiche Väter und arme Kinder, wie dasselbe heute noch viele Bauern vom Mergeln abhält.

Hierüber verdanken wir der Chemie Aufschlüsse. Der Mist enthält die vollkommene Pflanzennahrung und wenn wir ihn auf unserem Normalboden ganz ersezen wollen, so muß das Ersazmittel ebenfalls die vollkommene Pflanzennahrung und zwar im ähnlichen Zustande enthalten. Ein solches Mittel haben wir neuerer Zeit nahezu im Guano, er ist aber auch selbst Mist, Mist von Seevögeln, die hauptsächlich von Fischen sich ernähren; deßhalb enthält er auch keine Pflanzenreste und nur sehr wenig Kali. Alle übrigen werthvollen Stoffe des Mistes sind in ihm enthalten und zwar bis auf die

Kohlensäure auch in größerer Menge. Während aus dem Miste die Pflanzennahrungsmittel erst durch dessen Fäulniß allmählig hervortreten und der Pflanze zugänglich werden, enthält sie der Guano größtentheils schon im fertigen, auflöslichen Zustande, daher seine Wirkung eine viel schnellere, dafür aber auch weniger nachhaltige ist. Während wir durch den Mist die Pflanzen auf mehrere Jahre mit Nahrungsmitteln versehen können, muß dieß durch Guano nicht nur alljährlich, sondern sogar nach Umständen noch öfter geschehen.

Dadurch, daß wir dem Boden in dem Miste immer wieder mehr Nahrungsmittel zurückgeben, als wir letzterem entnehmen, können wir allmählig die Fruchtbarkeit des Bodens steigern und wenn uns diese einmal hoch genug ist, ihn auf dieser Stufe erhalten, wenn wir ihm nicht mehr und nicht weniger Nahrungsmittel wieder geben, als wir dem zeitweilig aufgeführten Miste durch die Ernten entziehen. Es hat sich Humus im Boden gebildet, der eine beständige Quelle an Nahrungsmitteln ist, welche von Düngung zu Düngung durch diese selbst immer wieder gespeist wird.

Durch Guano allein, dem für kaliarmen Boden Asche zugesetzt und dadurch zugleich seine Vertheilung erleichtert werden kann, läßt sich der Ertrag der Felder auf ein bis zwei Jahre steigern; die Pflanzen verzehren in dieser Zeit fast alle seine Nahrungsmittel und wenn nicht alsbald wieder die nöthige Nahrung zugesetzt wird, sinkt der Acker auf seine vorherige Fruchtbarkeit zurück. Wir haben nun zwar sogenannte Guanowirthschaften, welche schon seit zwölf Jahren fortwirthschaften und immer noch mit günstigem Erfolg; es ist aber dabei wohl zu bedenken, daß diejenigen Wirthe, welche alsbald zu diesem energischen Mittel griffen, auch vorher schon Energie genug hatten, ihr Gut in guten Zustand zu stellen, daß also der Boden beim Anfang der Guanowirthschaft schon eine schöne Portion organischer Reste, Humus, enthielt. Hiezu kommt, daß diese Wirthschaften den Dünger von ihrem Arbeitsvieh, das immerhin $1/5$ des ganzen Viehstandes unserer Wirthschaften beträgt und oft auch noch

von einigen Kühen, welche die Milch für den Hausbrauch liefern, im letztern Fall den Dünger von nahezu $\frac{1}{4}$ des ganzen sonst erforderlichen Viehstandes auf ihre Felder bringen; daß sie häufig die Stoppeln länger stehen lassen als andere Wirthe, denen es um Mist zu thun ist, und daß sie endlich neben Guano auch noch Knochenmehl und Repsmehl ausstreuten. Durch $\frac{1}{4}$ des gewöhnlichen Mistes, durch längere Stoppeln, durch die Gallerte und das Fett der Knochen und durch die organischen Reste des Repsmehles kommt eine gute Portion der Fäulniß und Verwesung fähiger Stoffe in den Boden, durch welche die ursprüngliche Quelle von atmosphärischen Stoffen, der Humus, auf lange Jahre ja möglicherweise für immer wenigstens in dem nothwendigen Maße erhalten werden kann.

Ohne alle diese Zusätze, aber mit bloßem Guano würde diese Quelle nur noch durch die gewöhnlichen Rückstände der Ernten gespeist werden und so dürfte sie allmälig zu schwach werden. Ihr Einfluß auf die Verwitterung, auf die gleichmäßige Ernährung der Pflanzen, welchen nicht zu jeder Zeit diese Nahrungsmittel von andern Seiten in nöthiger Menge zukommen, ihre Anziehung der Feuchtigkeit aus der Luft und wohl auch ihre physikalische Wirkung läßt diese Quelle, wenigstens in unsern Breiten, nicht völlig durch bloße Zufuhr der bereits fast fertigen, auflöslichen Nahrungsmittel ersetzen.

Die reinen Guanowirthschaften und wenn sie sich auch der weiteren obengenannten Hülfsmittel bedienen, werden aber nur so lange besondere Vortheile gewähren, als nicht viele in ein und derselben Gegend nebeneinander existiren: denn was sollte mit den werthloseren Nebenprodukten dem Stroh und dergleichen geschehen, wenn es die Landwirthe der Umgegend nicht mehr kaufen? Man wird es durch das Vieh umwandeln müssen, um noch einigen Werth daraus zu nützen; um dieß in höherem Maße zu erreichen, wird man noch anderes Futter dazu verwenden und also auch bauen.

Der allgemeine Gebrauch von Guano kann daher nur einen

ähnlichen Erfolg haben, wie wenn die bis jetzt auf den Miststätten verlorenen 20 Proc. des Düngers in Zukunft benützt würden; es werden entweder mehr Körner erzielt oder weniger Vieh gehalten, oder beides zugleich, wodurch sich das Gleichgewicht zwischen beiden Zweigen mehr herstellt.

Diejenigen Wirthe, welche ihren Mist noch verfaulen lassen, handeln aber offenbar thöricht, wenn sie vorher Guano kaufen, ehe sie jenen gehörig benützen. Derjenige Landwirth aber, der alle seine Düngerquellen gehörig benützt, dessen Boden noch nicht auf der höchsten Stufe der Fruchtbarkeit steht, deren er fähig ist, wird wohl daran thun, zu seinem in der Wirthschaft erzeugten Dünger noch Guano als Beidünger zu kaufen. Er steigert hiedurch seine Ernten plötzlich, er zieht alsbald mehr Nahrungsstoffe aus der Luft und dem Gesammtboden und er erhält also nicht nur ein Aequivalent seines verwendeten Guanos, sondern noch weitere angezogene Stoffe aus Luft und Erde zurück; ja er erhält beide zusammen in umgewandelter Form, aus welcher er wieder durch weitere Umwandlung, wenn er auch die Produkte der Atmosphäre und des Bodens veräußert, so viel Mist erhält, daß in diesem wieder die gleichen Mengen Stoffe enthalten sind, wie sie der verwendete Guano enthalten hat. Durch die Verwendung dieses weitern Mistes kann er die Fruchtbarkeit auf mehrere Jahre steigern, und wenn er so eine Reihe von Jahren fortmacht, wenn er vollends alles durch den Guano Gewonnene wieder in Dünger verwandelt, so wird er sein in der Wirthschaft umlaufendes Düngerkapital wirklich nicht nur im Verhältniß zu dem angekauften Guano, sondern auch zu den aus Luft und Erde gewonnenen Stoffen vergrößert sehen. Er hat sich das Mittel geschaffen, fortwährend mehr Stoffe aus Luft und Boden zu ziehen als früher, mehr nachhaltig veräußern zu können als vorher.

Das Düngerkapital, welches wir in den Boden bringen, wird allmählig durch die Verwesung in demselben flüssig; wenn wir die flüssigen Theile durch Pflanzen benützen, so erhalten wir in ihnen

einen Theil des Düngerkapitals wieder zurück nebst den Zinsen, welche die Pflanzen aus der Luft und dem Boden geholt haben. Je größer dieses Düngerkapital ist, um so mehr wird dadurch die Vegetation gesteigert, um so mehr der Luft und dem Boden entzogen und wir werden daher wohl um so höhere Procente erhalten, je größer das auf die gleiche Fläche verwendete Düngerkapital ist, bis die Natur der Pflanzen eine Grenze setzt. Wir werden endlich die höchsten Zinse erhalten, wenn wir es auf solche Pflanzen verwenden, welche in der höchsten Masse ihrer Ernten verhältnißmäßig die meisten Stoffe aus Luft und Erde gezogen haben, welchen wir durch Umwandlung ihrer werthloseren Theile auch noch den höchsten Werth zu geben suchen.

Benützen wir daher den Guano, solange seine Quelle fließt, zu Vermehrung unseres Düngerkapitals; lassen wir uns aber ja nicht durch die augenblicklich hohen Erträge verführen, mehr Produkte zu veräußern, als uns Luft und Boden gewähren, höchstens noch diejenigen, welche der Guano selbst liefert, falls wir unsere Vegetation nicht mehr höher steigern wollen.

Man sucht jetzt bereits den Guano durch andere Mittel zu ersetzen, theils durch schlechteren Guano selbst, theils durch Zusammensetzung seiner wesentlichen Bestandtheile, indem hauptsächlich animalische Abfälle aller Art, von Fischereien, Schlächtereien 2c. benützt werden.

Durch die Bekanntwerdung des Guano, durch den beim Publikum der Glauben an concentrirte Dünger und sogar in Pulverform hervorgerufen wurde, erwachte auch das Bestreben wieder mehr, Düngerpulver aller Art zu fabriciren, ja Fabriken, die irgend einer Art Abfälle haben, welche sie nicht verwerthen können, suchen dieselben in Pulverform zu bringen und bei leichtgläubigen Landwirthen als Universaldünger anzubringen.

Gerade die Chemie hat uns gezeigt, wie die gesammte Pflanzennahrung aus etwa einem Dutzend Stoffen besteht und daß diese Stoffe, wenn wir sie an den geeigneten Ort bringen, auch als Pflanzennahrung wirken müssen; die Chemie zeigt nun aber auch denjenigen

Landwirthen, welche sich belehren lassen wollen, wie diese künstlichen, von allen Seiten angepriesenen Düngemittel zu untersuchen sind, daß sie in ihnen nicht um theures Geld unnütze Waare kaufen.

Ein Düngerpulver, das nicht alle Nahrungsmittel der Pflanzen und in reichlicher Menge enthält, wie der Guano, kann denselben im ersten Falle gar nicht, in letzterem wenigstens nicht in gleicher Quantität ersetzen.

In den Städten, nach welchen der Landwirth seine verkäuflichen Produkte führt und wo sie auch verzehrt werden, sind die Reste derselben zu finden; führen wir diese wieder auf den Acker zurück, so können wir den Guano entbehren, oder haben wir wenigstens ein weiteres Steigerungsmittel der Vegetation. Die Chemie zeigt nachgerade die Wege, diese Stoffe in eine leicht transportable Form zu verwandeln, und die chemische Praxis sucht bereits da und dort Fabriken zu errichten, um daraus für sich und die Landwirthschaft Nutzen zu ziehen. Mögen sich derartige Fabriken nur hüten, unnöthige Stoffe als Ballast unter ihre Dünger zu mischen, denn sie werden jetzt bald entdeckt, nehmen das Vertrauen zu derlei Dünger, und vertheuern die Fracht, wenn auch der Dünger selbst bloß nach seinem wahren Werth bezahlt wird.

Wenn in unserem Normalboden die mineralischen Nahrungsmittel im Ueberfluß vorhanden sind, oder jährlich verwittern, so werden die mineralischen Bestandtheile im Miste keine Wirkung mehr hervorbringen, weil die den Pflanzen in denselben und aus der Luft gebotenen atmosphärischen Nahrungsmittel nicht mehr mit der Menge der jährlich verwitternden Mineralstoffe im Verhältniß stehen. Der Boden bleibt deßhalb doch für das gegebene Klima normal, denn der Ueberschuß schadet nicht. In solchem Fall können wir den Mist durch bloße Zufuhr von Ammoniak und Kohlensäure in den Boden vollkommen ersetzen, wenn wir durch die Form derselben im Stande sind, den Pflanzen diese beiden Stoffe allmählig darzubieten, wie es die organischen Stoffe als Kohlensäure- und Ammoniakquelle thun. Es

wird dieß einfach durch zeitweiliges Begießen einer Auflösung dieser Stoffe in Wasser geschehen, ähnlich wie beim Guano. Da aber die Quelle als solche, wie wir beim Guano gesehen haben, nicht so leicht zu ersetzen ist, so dürfte auch das dort angeführte Verfahren zweckdienlicher seyn, d. h. wir reichen dem Boden neben dem Miste noch Kohlensäure oder Ammoniak oder beide. Enthält unser Dünger nicht Stickstoff genug, um gemeinschaftlich mit dem aus der Luft mit der jährlich anfallenden Menge von mineralischen Substanzen die Pflanzenstoffe zu bilden, so wird ein Zusatz von Chilisalpeter treffliche Dienste leisten.

Durch Unterbringen von entsäuertem Torf, der längere Zeit mit gebranntem Kalk vermischt auf Haufen gelegen und umgearbeitet worden ist, schaffen wir in dem Boden eine langsam fließende Quelle von Kohlensäure. Durch diesen und Chilisalpeter, der nicht flüchtig ist, könnte die Kohlensäure und Ammoniakquelle des Mistes nicht nur bedeutend verstärkt, sondern auch bis auf einen gewissen Grad ersetzt werden.

Ist unser Boden kein Normalboden für unser gegebenes Klima, haben wir ihn durch Melioration nicht dem Normalzustand möglichst zu nähern gesucht, dann werden wir durch alle obengenannten Steigerungsmittel die Vegetation niemalen in dem Grade steigern können, wie auf dem Normalboden. Doch läßt sich auch auf nicht normalem Boden dem Ziele der höchsten Produktion mittelst der Luft und des Gesammtbodens oder vorzugsweise des Untergrundes unter den gegebenen Umständen näher, ja sehr nahe kommen.

Vor allem müssen wir wenigstens den physikalischen Zustand des Bodens dem gegebenen Klima anzupassen, zu nähern suchen. Durch Melioration wird das nun am gründlichsten erreicht, durch Bodenmischung. Ist dieß nicht ausführbar, so können wir wenigstens zu schweren Boden durch öftere Bearbeitung, namentlich über die Frostzeit lockerer machen, wir können auf zu leichtem Boden, in welchem sich die atmosphärischen Stoffe nicht halten lassen, durch seltenere

Bearbeitung im Sommer, durch Vegetation, durch Niederlegung zu Gras und Weide, durch Beschattung ꝛc. seine nachtheiligen Eigenschaften entgegenwirken.

In der Auswahl der Gewächse ist größere Umsicht nöthig, als auf Normalboden, auf dem alle gedeihen, soweit es das Klima zuläßt. Auch in ihrer Folge ist auf den physikalischen Zustand, in welchem sie den Boden verlangen oder zurücklassen, größere Rücksicht zu nehmen.

Durch fortwährend stärkere Mistdüngung läßt sich der physikalische Zustand des Bodens hauptsächlich verbessern; Sandboden mit viel Humus hält die Feuchtigkeit besser an und schließt sich besser; in Thonboden bewirkt er größere Lockerung und Erwärmung ꝛc.

Hat nun ein solcher Boden den normalen physikalischen Zustand von Natur oder durch Melioration, oder sind und werden auf ihn alle Mittel zu dessen Verbesserung fortwährend angewendet, so gibt uns wieder die Chemie die Mittel an die Hand, seine Zusammensetzung in chemischer Beziehung dem normalen Zustand alljährlich zu nähern.

Sind in dem Boden alle Pflanzennahrungsmittel zusammen in zu geringer Menge aber in richtigem Verhältniß unter sich vorhanden, so müssen wir dieselben vermehren, und dieß geschieht einfach durch häufigere und stärkere Düngung. Wenn wir in dem Miste die sämmtlichen Pflanzennahrungsmittel im Boden und die ihm aus der Luft zufließenden so vermehren, daß ihre Summe derjenigen, welche der Normalboden enthält, und die er gleichzeitig aus der Luft empfängt, gleichkommt, so werden wir auch so lange, als wir diesen Stand erhalten, und der physikalische Zustand des Bodens der normale ist, gleiche Ernten wie auf dem Normalboden erzielen.

Das ist aber eben auf solchem Boden die Schwierigkeit, aus ihm selbst so viel Mist zu erzielen, mehr Mist aus schwachen Ernten als aus den stärkeren Ernten des Normalbodens.

Hier sind vor Allem alle obengenannten Steigerungsmittel ohne

Mist am Platze, namentlich die Brache und Gründüngung, um die Verwitterungsprodukte sich ansammeln zu lassen, um Nahrungsstoffe aus der Luft im Vorrath anzuhäufen.

Hier muß ohne äußere Hülfe der Landwirth trachten, durch die Auswahl der Pflanzen soviel wie möglich Stoffe aus der Luft und dem Untergrunde zu ziehen, und soviel wie möglich dem Boden davon einzuverleiben, so daß in diesem sich die jährlichen Verwitterungsprodukte und die jährlich aus der Luft gezogenen Stoffe ansammeln; er muß einen größern Theil seiner Feldfläche vorerst der natürlichen Produktion überlassen, und diese auf den auserwählten Theil des Feldes so lange bringen, bis sich eine solche Menge von Nahrungsmitteln in demselben angesammelt hat, daß die Vegetation durch sie gehörig gesteigert wird. Nun kann er diesen Theil auf diesem Zustande selbstständig erhalten, wenn er nicht mehr Stoffe veräußert als die jährliche Verwitterung und die Luft ihm gewähren; er kann eine andere Fläche zur Verbesserung auswählen und sofort bis alles in jenem Zustande ist.

Die Pflanzen ziehen nun mehr Stoffe aus der Luft als bei der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens, aber auch mehr Mineralstoffe aus dem Boden, als alljährlich aus demselben verwittern, und so würde der durch den Mist in den Boden gebrachte Vorrath an Mineralsubstanzen allmählig aufgezehrt und der Boden nur eine stärkere Quelle von Ammoniak und Kohlensäure als ursprünglich behalten, die ihn aber nicht viel nützt, weil es eben an Mineralstoffen fehlt, um mit jenem Ueberschuß die Pflanzenstoffe zu bilden, da sie vor der Verstärkung jener Quelle, wie vorausgesetzt, eben hingereicht haben. Ich sage deßhalb, um den Boden in gleich gesteigerter Fruchtbarkeit zu erhalten, darf der Landwirth nicht mehr veräußern als die Produkte der Atmosphäre und der jährlichen Verwitterung.

Das Verhältniß der Mineralstoffe zu den organischen in den verkauften Produkten muß ein anderes seyn und bleiben als bei dem Normalboden, es dürfen verhältnißmäßig gleichviel der

letzteren aber weniger von ersteren veräußert werden. In solchem Falle verfährt daher der Landwirth gewiß fachgemäß, wenn er seine verkäuflichen Produkte durch die landwirthschaftlichen Nebengewerbe selbst verarbeitet und in den Produkten derselben wo möglich nur die atmosphärischen Stoffe der Materialien veräußert. Wenn er seinen ganzen Verkauf z. B. auf Bier, Branntwein, Zucker, Stärke, Dextrin, Essig rc., den Verkauf der thierischen Produkte bloß auf Butter beschränkt und die abgerahmte Milch wieder verfüttert, wenn er zu seiner Molkerei nur ausgewachsene Kühe kauft und sie nicht selbst nachzieht und so die phosphorsauren Salze in seiner Wirthschaft zu erhalten sucht.

So wird er fortwährend die Mineralstoffe in seinem Düngerkapital nicht nur erhalten, sondern er wird sie noch durch die alljährliche Verwitterung vermehren, wenn er nicht vorzieht, letztere in seinen Produkten zu veräußern. Seine veräußerten Produkte dürfen aber nicht mehr Kohlensäure und Ammoniak enthalten, und bei der Fabrikation verlieren, als er jährlich durch seine Kulturpflanzen wirklich aus der Atmosphäre zu ziehen im Stande ist.

Will man aber auf einem solchen Boden die Produkte nur mit Rücksicht auf ihre aus der Luft gezogenen Stoffe veräußern, so muß ein gewisser Theil des Areals der natürlichen Produktion überlassen bleiben und was auf ihm gewonnen wird, dem angebauten zugesetzt werden. Liefert z. B. der Boden nur die Hälfte der Verwitterungsprodukte, welche die zu verkaufenden Produkte enthalten, so muß die Hälfte des Areals (von derselben Qualität) der natürlichen Fruchtbarkeit überlassen werden, um in den auf ihr gewachsenen Pflanzen der in gesteigerter Kultur stehenden andern Hälfte die zu viel entzogenen Mineralstoffe wieder zu ersetzen. Diese Gewächse bestehen am zweckmäßigsten aus Futterpflanzen, von welchen ein Theil der organischen Stoffe in thierische Produkte verwandelt, die mineralischen größtentheils aber im Miste wieder gewonnen werden.

Noch besser wird der Landwirth verfahren, wenn er nicht bloß

die eine Hälfte seines Areals immer der natürlichen Fruchtbarkeit überläßt, sondern wenn er dieselbe auch zu steigern sucht, und dann mit beiden Hälften abwechselt; denn die natürliche Fruchtbarkeit des gebesserten Bodens ist größer als die des ungebesserten. Er wird also auf beiden Theilen zusammen im letzten Falle mehr atmosphärische Stoffe aus der Luft durch seine Pflanzen ziehen als im ersteren, wenn er auch die mineralischen wieder zurückgibt.

Will man alle diese Maßregeln, den Boden aus sich selbst heraus mit Hülfe der Atmosphäre und durch das Ansammeln von Verwitterungsprodukten fruchtbarer zu machen und auf dieser hohen Fruchtbarkeit zu erhalten, umgehen, will man Zeit gewinnen und dafür Geld opfern, so kaufe man Mist oder Guano mit Asche oder diesen gleichkommende Düngungsmittel. Unter Umständen kann es sich bloß lohnen, die Steigerung mit erkauften Mitteln vorzunehmen, und nachher die Wirthschaft mit obigen Mitteln selbstständig zu erhalten; unter andern umgekehrt oder beides zugleich.

Die in den verkauften Stoffen abhanden gekommenen Mineralstoffe können, wenn das Gut einmal in gutem Stande ist, und nur auf diesem erhalten werden soll, auch durch ihren Ankauf allein ersetzt werden. Wenn später nicht mehr atmosphärische Stoffe veräußert werden wollen, als die Luft liefert, braucht man keinen Guano mehr; es reicht dann vollkommen hin, wenn wir neben dem Mist mit Knochenmehl, Kalien, Kalk und Bittererde, Gyps und löslicher Kieselsäure im Verhältniß ihrer zuviel verkauften Menge nachhelfen.

Fehlt es dem nicht normalen Boden nur an einzelnen Pflanzennahrungsmitteln, so stellen wir das Gleichgewicht dadurch her, daß wir die fehlenden Stoffe neben dem Miste demselben noch zuführen, immer aber müssen wir den physikalischen Zustand des Bodens durch Melioration oder dessen laufende Bewirthschaftung möglichst normal herzustellen suchen.

Wenn wir bemerken, daß unsere Ernten trotzdem, daß unser Boden einem andern in demselben Klima in seinen physikalischen

Eigenschaften gleichkommt, bei der gleichen Menge aufgebrachten Mistes nicht so ergiebig sind, wie auf letzterem, wenn wir gleiche Fruchtfolge, gleiche Bearbeitung ꝛc. eingeführt haben, so können wir daraus schließen, daß es unserm Boden an irgend einem oder mehreren Pflanzennahrungsmitteln fehlt, welche durch den Dünger nicht in hinreichender Menge zugeführt werden.

Wir müssen nun untersuchen, an welchem Stoffe es fehlt, was sich auf zweierlei Wegen ermitteln läßt. Wir untersuchen oder lassen den Boden chemisch untersuchen, und finden bei der Analyse, an welchen Nahrungsmitteln es fehlt, und setzen dann von Zeit zu Zeit die fehlende Menge neben dem Miste dem Boden zu.

Mit den Bodenanalysen hat es aber auch gewisse Schwierigkeiten; geben wir denselben Boden verschiedenen Chemikern zur Untersuchung, sie werden nicht leicht die gleichen Stoffe in gleicher Menge herausfinden. Diese Unzuverläßigkeit mag theils in den verschiedenen Wegen der Analyse, in der verschiedenen Genauigkeit derselben liegen; der Hauptübelstand liegt aber in der Natur der Sache selbst.

Der Boden ist auf einer größern Fläche, wie unsere Felder größtentheils sind, selten nur so gleich, als seine Gleichheit in das bloße Auge fällt, fast nie aber in seinen einzelnen Bestandtheilen, wenn er auch dem Auge möglichst gleich erscheint. Die Bodenbestandtheile sind mechanisch untereinander gemengt, daher eine gleiche Vertheilung der einzelnen Stoffe in diesem Ganzen nicht nothwendig ist, wie in einem chemischen Gemische.

Man glaubt zwar gewöhnlich, durch Pflug und Egge werde allmählig eine solche Vermengung der Theile in ein und demselben Acker stattfinden, daß der Boden überall gleich werden müsse; es ist dieß aber nicht der Fall. Ich habe selbst einen kleinen Acker, dessen Boden aus zwei übereinander liegenden Schichten der Keuperformation verwittert ist, davon eine reiner Sandfels, die andere Thonmergel ist. Letzterer liegt oben und bildet den strengsten Thonboden, ersterer liegt unten und reißt den reinsten, losesten, grobkörnigen

Sandboden auf. Beide Bodenarten grenzen wie die Schichten hart aneinander und werden mit dem Pflug und der Egge beständig in entgegengesetzter Richtung gegeneinander gebracht. Man sollte glauben, der Boden sollte sich auf der kurzen Strecke von ungefähr 120′, in welcher beide Bodenarten an einer schiefen Fläche über und nebeneinander liegen, bereits zu einem Mittelboden umgestaltet haben; es ist dieß aber durchaus nicht der Fall; auf der kurzen Fläche läuft der Pflug durch den schwersten Thon- und leichtesten Sandboden und nur auf ihren Grenzen findet ein schnellerer Uebergang statt.

Es ist dieß ein extremer Fall, in andern wird die Ausgleichung aber auch noch weniger stattfinden. Daraus folgt die Schwierigkeit, für die chemische Analyse eine nur wenige Pfunde betragende Bodenprobe zu nehmen, welche das ganze Feld repräsentirt. Man schlägt daher häufig den Weg ein, daß man aus einem Acker, soweit er gleichen Boden zu haben scheint, an verschiedenen Orten Proben nimmt, sie untereinander mengt, und von diesem Gemenge die Probe zur Analyse nimmt; dadurch erhält man aber eben den Durchschnittsboden, wie er eben in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

Den praktischen Weg zur Untersuchung gibt uns Herr v. Liebig in seinen Thesen an. Fehlt es dem Boden an irgend einem Nahrungsmittel, so muß dasselbe, in denselben gebracht, eine die Vegetation steigernde Wirkung hervorbringen, fehlt es an mehreren, so bringen diese zusammen erst die höchste Wirkung hervor.

Wer also im Zweifel darüber ist, welche nothwendigen Nahrungsmittel seinem Boden fehlen, mache Versuche mit den einzelnen Nahrungsmitteln der Pflanzen und bringe sie neben dem Miste auf kleine Flächen seines Feldes und beobachte ihre Wirkung.

Wirkt Chilisalpeter, so ist zu vermuthen, daß es am Stickstoffe fehle, und diese Vermuthung wird zur Gewißheit, wenn auf demselben Boden das Kochsalz in geringer Menge keine Wirkung hervorbringt. Wirkt letzteres, so kann es an Natrum, wahrscheinlicher aber an Chlor fehlen, außer es müßte kein Kali im Boden seyn. Wirkt

entsäuertes Torfpulver, oder das Unterpflügen hoher Stoppeln, so wird es an einer Kohlensäurequelle fehlen.

Wirkt Kali (Asche), so fehlt es an diesem, wirkt ausgelaugtes Knochenmehl, so kann es an Phosphorsäure, oder an Kalk oder an Bittererde fehlen, wirkt Gyps, so kann es an Schwefelsäure oder Kalk, wirkt letzterer allein, so wird es an ihm allein fehlen u. s. f.

Wirken zwei und mehrere Mittel auf die Steigerung der Vegetation, so sind sie zusammen zu versuchen, und so wird man am sichersten darauf kommen, welches Mittel helfen werde. Die anzuwendende Menge desselben hängt von den Pflanzen ab, welche wir bauen wollen; nach der Quantität, welche die Ernten derselben enthalten, nach der Zahl der Ernten, für welche das Mittel reichen soll, muß sich seine Quantität richten.

Bringen wir eine größere Menge auf, so wird dasselbe Mittel so lange nicht wieder die Vegetation steigern, als von ihm die für die Pflanzen nöthige Menge noch im Boden vorhanden ist. Auf solchem Boden, dem einzelne Nahrungsmittel fehlen, müssen wir bei Veräußerung der Produkte darauf sehen, daß wo möglich der Wirthschaft jene Stoffe erhalten, und sie daher nicht mit veräußert werden; wenn nicht die einzelnen Stoffe wohlfeiler erkauft werden können, als der etwaige Ausfall durch den Nichtverkauf unserer Stoffe beträgt.

Der Landwirth, der also nachhaltig seine Erträge beziehen will, muß diese auf die aus der Atmosphäre gezogenen Stoffe seiner Kulturgewächse basiren. Welchen Theil seiner Ernten darf er nun veräußern, welchen nicht? in welchem ist das Aequivalent der der Atmosphäre entzogenen Stoffe enthalten? wie viel Procent ihrer atmosphärischen Nahrungsmittel beziehen seine Pflanzen aus der Luft, wie viel aus dem Boden? Leider gibt uns hierüber die Wissenschaft im Ganzen noch wenig Aufschluß und wenn auch die betreffenden Versuche angestellt seyn werden, so wird die Anwendung der Resultate derselben auf den speciellen Fall immer noch große Schwierigkeiten haben, welche zu überwinden dem praktischen Urtheil des

Landwirths überlassen bleiben wird; denn es sind der Faktoren zu viele, wie wir gesehen haben, welche hierauf Einfluß haben, und welche überall wieder in anderen Verhältnissen zusammenwirken.

Mir sind hierüber bloß die höchst interessanten Versuche von Boussingault bekannt, welche in seinem siebten Kapitel über Wechselwirthschaft mitgetheilt sind. Es sind dort sechs Fruchtfolgen angegeben, wie viel Dünger sie erhalten und wie viel die Ernten betragen haben; es sind die Bestandtheile des verwendeten Düngers in Rechnung gebracht und von den Bestandtheilen der Ernten abgezogen, woraus sich ergibt, was letztere aus dem Miste und was sie aus der Luft an organischen Stoffen gezogen haben.

Diese verschiedenen Fruchtfolgen sind folgende:

I. 1) Kartoffeln, 2) Weizen, 3) Klee, 4) Weizen, Stoppelrüben, 5) Hafer.

II. 1) Runkelrüben 2—5) wie vorhin.

III. 1) Kartoffeln, 2) Weizen, 3) Klee, 4) Weizen, 5) Erbsen, 6) Roggen.

IV. 1) Brache, 2) Weizen, 3) Weizen.

V. 1) Topinambur, 2) Topinambur,

VI. 1) ½ Kartoffeln, ½ Runkelrüben, 2) Weizen, 3) Klee, 4) Weizen.

Das Resultat dieser Fruchtfolgen ist in Beziehung auf Kohlenstoff und Stickstoff wie folgt: jede Fruchtfolge zieht in ihren sämmtlichen Pflanzen von dem abgeernteten Theil

	Kohlenstoff aus dem Mist	Aus der Luft	Stickstoff aus dem Mist	Aus der Luft
I.	43 Proc.	57 Proc.	81,1 Proc.	18,9 Proc.
II.	44,4 "	55,6 "	80 "	20 "
III.	39,8 "	60,2 "	68,8 "	31,2 "
IV.[1]	49 "	51 "	88,7 "	11,3 "
VI.	35 "	65 "	59,9 "	40,1 "
Durchschnitt	42,2 Proc.	57,8 Proc.	75,7 Proc.	24,3 Proc.

[1] Nr V. lasse ich hier weg, weil die Topinambur selten gebaut wird, auch der angewandte Dünger noch nicht aller consumirt zu seyn scheint, was bei den übrigen so ziemlich der Fall ist.

Wir wissen hieraus bloß, wie viel die sämmtlichen Pflanzen einer Fruchtfolge zusammen unter den gegebenen Umständen von Bechelbronn aus dem Boden und der Luft organische Stoffe bezogen haben; können aber diese Zahl nicht wohl auf andere Verhältnisse übertragen.

Wir sehen im Allgemeinen daraus, welch' großen Einfluß die Fruchtfolge auf das Mehr- oder Minderaussaugen der einzelnen Pflanzen hat, daß einzelne Pflanzen mehr oder weniger der Luft entnehmen, aber nicht in bestimmtem Maße, daß bei einer etwas stärkern Düngung und besserer Fruchtfolge die Pflanzen mehr Stickstoff aber weniger Kohlenstoff aus der Luft ziehen (vergl. I. u. II.) Von einzelnen Pflanzen können wir bloß hier dem Weizen in IV. entnehmen, daß er 51 % seines Kohlenstoffs und 11,3 % seines Stickstoffs aus der Luft nimmt, was aber gewiß nur für diesen speciellen Fall gilt, wo zweimal nacheinander Weizen folgt; ferner zeigt sich durch Vergleichung von I. und II., daß die Runkelrüben 14 % mehr von ihrem Kohlenstoff dem Boden entzogen als die Kartoffeln, dagegen etwas weniger Stickstoff.

Endlich zeigt sich nach einer eigenen Untersuchung auf S. 207 (Boussingault), daß die Luzerne von ihrem Stickstoff 17,7 % aus dem Boden und 82,3 % aus der Luft zog, wobei aber zu bemerken ist, daß der Dünger durch die folgenden Weizen noch nicht ausgezogen ist, sondern immer noch eine vollkommene Sommerfruchternte tragen würde.

Boussingault verspricht späteren Aufschluß über diese Fragen, indem er S. 215 mit den Worten schließt: „es bleibt noch für jede einzelne Pflanze das zu erreichen übrig, was für einen ganzen Umlauf versucht wurde und dieß bietet Stoff zu einer sehr wichtigen Arbeit.“

Aus den Düngungsversuchen von Christiani, die durch ihre lange Fortsetzung Werth haben, läßt sich für unsern Fall auch kein Resultat ziehen, da in den Tabellen nur die Ernten der Körner, aber

nicht die des Strohes angegeben sind, auch sind die Versuche auf sehr fruchtbarem Oderbruchboden gemacht worden.

Vorderhand müssen wir uns auf landwirthschaftliche praktische Erkennungsmittel beschränken, durch welche sich kund gibt, ob wir zu viel oder zu wenig veräußert haben. Wenn wir am Ende einer Düngungsperiode dieselbe Quantität und Qualität Mist wieder aus unserer Ernte erhalten haben, die wir anfänglich auf sie verwendeten, und wenn dieses Quantum Mist in der nächsten Periode die gleiche Durchschnittswirkung wieder hervorbringt, so dürfen wir sicher schließen, daß wir gerade soviel Stoffe veräußert haben, als Luft und Erde geliefert haben. Steigen die Ernten, so haben wir dem Boden mehr zurückgegeben, als wir ihm genommen, wir haben ihm auch Produkte der Atmosphäre einverleibt, verwitterte Stoffe zurückgelassen; fallen sie im Gegentheil, so haben wir zu viel veräußert.

Wir müssen uns darauf beschränken, den Düngerverbrauch für die verschiedensten Fälle rein nach den allgemeinen landwirthschaftlichen Erfahrungen zu bemessen, wozu die meisten Betriebslehren die nöthigen Daten enthalten.

Um die Richtigkeit unserer Berechnung zu prüfen, brauchen wir aber nicht erst den Ablauf einer Rotation abzuwarten, sondern wir werden schon daraus ersehen, ob unsere Rechnung zutreffen wird oder nicht, daß wir alljährlich die gleiche Quantität Mist aus der gleich großen Masse aller Pflanzenarten unseres Fruchtwechsels durchschnittlich erhalten, wie wir es voraus berechnet haben. Trifft es alsbald in den ersten Jahren nicht zu, fand keine abnorme Witterung, überhaupt kein außerordentlicher Einfluß statt, so muß es an unserer Berechnung fehlen, und wir können alsbald helfen, was mehr werth ist, als wenn wir erst die Beendigung eines längern Umlaufs abwarten wollten.

Am sichersten werden wir immer noch gehen, wenn wir lieber für etwas zu viel als zu wenig Mist sorgen, denn es sind der

Bodenarten nicht sehr viele, auf welchen eine Steigerung der Vegetation Nachtheil brächte, und jedenfalls ist diesem Nachtheil sehr leicht und schnell durch den Anbau geeigneter Gewächse abzuhelfen.

Wenn wir nur die gewöhnlich direkt verkäuflichen Theile unserer Ernten, welche hauptsächlich in Körnern bestehen, auch direkt veräußern, wenn wir die übrigen Theile derselben vorher durch den Leib der Thiere gehen lassen, oder als Streu für dieselbe verwenden, um daraus noch möglichst viel Nutzen zu ziehen, so brauchen wir uns nur in Ausnahmsfällen um den Wiederersatz der mit den verkauften Produkten veräußerten Aschenbestandtheile zu kümmern.

Nur Bodenarten, welchen es von Anfang an an einzelnen oder allen Aschenbestandtheilen der Pflanzen fehlt, verdienen hierin einer besondern Berücksichtigung; wir müssen ihnen aber die fehlenden Theile schon zugeben, wenn wir überhaupt eine gesteigerte Pflanzenkultur auf ihnen treiben wollen, und da ist es dann natürlich auch am Platze, auf die Erhaltung dieser einzelnen Theile in dem in der Wirthschaft umlaufenden Düngerkapital zu sehen.

Unter allen Aschenbestandtheilen scheint die Phosphorsäure noch die meiste Berücksichtigung zu verdienen, da nicht viele Bodenarten sie im Ueberfluß enthalten, und da wir nicht nur in den Körnern, sondern auch in den thierischen Produkten verhältnißmäßig am meisten von ihr ausführen. Es ist gut, daß sich jetzt auch in Deutschland die Verwendung des Knochenmehls mehr und mehr ausbreitet und es dürfte wohl den meisten Landwirthen zu rathen seyn, ihren Boden von Zeit zu Zeit mit einigem Zusatz von Knochenmehl zu prüfen. Uebrigens scheint es der Beachtung werth zu seyn, auf was Dr. Reinsch in seinen Mittheilungen aus dem Bereiche der Agrikulturchemie aufmerksam macht, daß nämlich eine immer größere Masse von Phosphor fabrikmäßig dargestellt werde und durch das Verbrennen der Reibzündhölzchen als Phosphorsäure in die Atmosphäre übergehe, so daß sich dieselbe durch Wind und Wetter wieder über

die Felder vertheile. Wohl noch immer ein Minimum, das aber doch zu Deckung des Minimums von Phosphorsäure, das in manchen Wirthschaften zu viel veräußert wird, mehr und mehr beitragen kann.

Schaffen uns vollends chemische Fabriken den Dünger aus den Städten in geeignete billige Form um, daß er leicht transportabel wird, so wird vollends für jeden Boden alle Besorgniß in dieser Beziehung wegfallen; wir können dann alsbald, sowie wir etwas zu viel von irgend einem Stoffe veräußert haben, ihn durch Ankauf leicht wieder ergänzen.

IV.

Fragen an die Naturwissenschaften.

Noch gar vieles ist auf dem hier besprochenen Felde nicht aufgeklärt, noch gar vieles bedarf weiterer Aufklärung! Da die Landwirthschaft durch die Nationalökonomie angewandte Naturwissenschaft ist, so werden wir Landwirthe allen Naturforschern, nicht bloß den Chemikern, sehr dankbar seyn, wenn sie sich mit der weitern Aufklärung dieser Verhältnisse beschäftigen; es dürfte daher auch Aufgabe der landwirthschaftlichen Versuchsstationen seyn, daß sie sich mit diesen Fragen, und zwar nicht bloß vom chemischen, sondern vom allgemeinen naturwissenschaftlichen Standpunkt aus in ihren Versuchen befassen. Ich erlaube mir zu diesem Zwecke aus der vorliegenden Abhandlung den Naturwissenschaften folgende Fragen zur Untersuchung vorzulegen:

1) Steht den Kulturpflanzen zu jeder Zeit und in nöthigem Maße Kohlensäure und Ammoniak aus der Luft zu Gebot?

2) Ist das Ammoniak in heißen Gegenden in größerer Menge vorhanden, als in der gemäßigten Zone, oder befähigt die dort herrschende Wärme die Pflanzen mehr als hier, atmosphärische Nahrungsstoffe in größerer Menge aus der Luft aufzunehmen?

3) Wenn dieser Gehalt zu Zeiten wechselt, ziehen die Pflanzen die Nahrungsstoffe (die Kohlensäure wird bekanntlich nur unter Einwirkung des Lichts zersetzt) aus der Luft, so oft sie ihnen dieselben darbietet?

4) Legen sie Vorräthe an, die erst verwendet werden, wenn

andere Nahrungsmittel dazu kommen? (beim Stickstoff scheint dieß der Fall zu seyn).

5) Oder nehmen die Pflanzen die Nahrungsmittel aus der Luft, wenn sie dieselben in ihren Haushalt gerade brauchen?

6) Verhalten sich Kohlensäure und Ammoniak in Bezug auf die vorstehenden Fragen verschieden, wie weit und in Bezug auf welche?

7) Wenn den Pflanzen im Boden und in der Luft gleichzeitig und in gleichem Maße die atmosphärischen Nahrungsmittel zu Diensten stehen, ziehen sie dann aus beiden Vorrathsmagazinen gleich viel oder von dem einen mehr und dem andern weniger und in welchem Maße?

8) Wenn diese Nahrungsstoffe in dem Boden und der Luft in ungleicher Menge geboten werden, nehmen die Pflanzen auch da mehr, wo mehr geboten wird?

9) Nehmen die Pflanzen diese Stoffe auch durch die Wurzeln in Gasform auf und zu jeder Zeit während ihrer Vegetation?

10) Setzen die Wurzeln überhaupt ihre Thätigkeit in dem noch warmen Boden fort, während die Thätigkeit der Blätter durch die Kälte der Luft gelähmt ist?

11) Alle Kulturpflanzen verhalten sich auf sämmtliche vorstehende Fragen nicht gleich. Wie verhält sich jede Einzelne? oder welche sind einander ähnlich, welche nicht?

12) Richtet sich das Einsaugungsvermögen der verschiedenen Pflanzen aus der Luft nach der Zahl der Spaltöffnungen ihrer Blätter? oder nach deren Größe? oder nach deren inneren Organisation? Man nimmt gewöhnlich an, dieses Einsaugungsvermögen derselben Pflanzenart verhalte sich wie die Oberfläche ihrer sämmtlichen Blätter. Haben alle Blätter derselben Pflanze, groß und klein, auf der gleichen Fläche auch die gleiche Zahl und gleich große Spaltöffnungen?

13) Den wie vielten Theil ihrer atmosphärischen Stoffe ziehen

die verschiedenen Pflanzen nach Umständen aus der Luft, den wie vielten aus dem Boden?

14) Die kräftig und mächtig sich entwickelnde Pflanze zieht durch ihre zahlreichern, größern, vielleicht auch vollkommeneren Organen mehr Nahrungsstoffe aus der Luft, als die kümmernde. Steht nun die Menge der aus der Luft geschöpften organischen Nahrungsmittel zu der aus dem Boden gezogenen in gleichem Verhältnisse zur größeren Masse der Pflanze, oder schöpft die größere Masse der vollkommenen Pflanze auch einen größern Quotienten aus der Luft als die kleine Masse der unvollkommeneren?

15) Die Untersuchungen von Fallou geben interessante Aufschlüsse über den Grad der Zertrümmerung der sächsischen Gebirgsarten, wie verhalten sich die übrigen in Sachsen nicht vorhandenen Gebirgsarten? und bei den geschichteten die verschiedenartigen Schichten derselben?

16) Welche Gebirgsarten und deren Verwitterungsböden enthalten alle den Kulturpflanzen nöthigen mineralischen Nahrungsmittel in vollem Maße?

17) Welchen geht ein Theil dieser Substanzen ab und welcher?

18) In welchem Maße schreitet die Verwitterung der einzelnen Bestandtheile des Bodens bei einem Fuß Tiefe fort, d. h. wie viel von jedem einzelnen mineralischen Pflanzennahrungsmittel verwittert in Einem Jahre aus seinen verschiedenen Verbindungen so weit, daß es im Wasser, im kohlensauren Wasser oder in Ammoniaksalzwasser löslich wird?

19) Wie verhalten sich namentlich die phosphorsauren Salze im Boden? fehlen sie häufig im Boden, oder verwittern sie langsamer als andere?

20) Durch welche Zusätze wird die Verwitterung der einzelnen mineralischen Nahrungsmittel, namentlich der phosphorsauren Salze befördert?

21) In welchem Verhältniß schreitet die Verwitterung der ver-

schiedenen Bodenarten (sämmtlicher mineralischer Nahrungsmittel darinnen) fort

a) während einer Sommerbrachbearbeitung?

b) während der Bearbeitung des Bodens über Winter?

c) während des Brach- oder Dreischliegens?

d) während des Standes der verschiedenen Kulturpflanzen auf dem Acker?

22) Welchen Einfluß hat das Klima auf die Verwitterung der Bodenbestandtheile?

23) Wie verhält sich die Verwitterung der einzelnen Mineralsubstanzen in dem Untergrunde der verschiedenen Bodenarten zu verschiedener Tiefe von Fuß zu Fuß?

24) Wie viel beträgt die durchschnittliche jährliche Abschwemmung von gepflügtem Lande bei einem gewissen durchschnittlichen Regenfall bei den verschiedenen Bodenarten bei verschiedenen Neigungswinkeln der Aecker?

25) Welche Stoffe und wie viel nimmt das ablaufende Wasser im aufgelösten Zustande, also schon bei ebener Lage der Felder jährlich mit sich fort?

26) Welche Bestandtheile werden durch das Wasser aus der Ackerkrume in den Untergrund gebracht und in welcher Menge? und in welche Tiefe?

27) Welche Theile ihrer Nahrung ziehen die verschiedenen Pflanzen durch ihre Wurzeln aus der Ackerkrume und welche aus dem Untergrunde?

28) Hat man, seit der große Tiefgang der Wurzeln der gewöhnlichen Kulturpflanzen entdeckt wurde, auch ihr wirkliches Ende gefunden?

29) Wie tief gehen die Wurzeln der verschiedenen Kulturpflanzen?

30) Da früher die Tiefe der Wurzeln der Kulturpflanzen unbekannt war, so sind die Versuche auf das Exkrementiren der

Pflanzen mit ausgehobenen Exemplaren (wie sie Macaire zum Theil anstellte) mit größtentheils abgerissenen Wurzeln gemacht worden. Wie steht es nun in dieser Beziehung mit den wirklichen Enden der tief gehenden Wurzeln? sind diese schon untersucht worden?

31) Geben die Pflanzen wirklich durch ihre verschiedenen Organe gar keine andern Stoffe von sich als Kohlensäure, Stickstoff und Wasser?

32) Die Getreidepflanze scheint in ihrer Jugend einen Vorrath von Stickstoff anzulegen. Nimmt sie in dieser Zeit alles Ammoniak auf, das ihr geboten wird, und bis zu welchem Maße?

Dieser Stickstoffvorrath verbindet sich später mit andern Stoffen in einem gewissen Verhältniß; wenn nun diese Stoffe der Pflanze später in dem Maße nicht zukommen, in welchem sie zu den Verbindungen des vorräthigen Stickstoffs nothwendig sind, bleibt dann dieser überschüssige Stickstoff unter allen Umständen in der Pflanze? veranlaßt dieses etwa Krankheiten?

33) Wie verhält sich dieß mit den Mineralstoffen?

Ist etwa der Zustand der Pflanzen, den man im gemeinen Leben mit einer „Stockung der Säfte" bezeichnet, und der in Folge von schnellem Temperaturwechsel gern eintritt, etwas derartiges? Haben die Pflanzen vielleicht einseitige Vorräthe von Nahrungsstoffen aufgenommen, und sind sie nun bei niedriger Temperatur verhindert, die zu ihren Verbindungen nöthigen und entsprechenden neuen Stoffe nachträglich aufzunehmen?

34) Je weniger die Pflanze noch Organe hat, destoweniger kann sie in denselben Vorräthe für später zu entwickelnde Organe anlegen; es müssen ihr daher gerade in zarter Jugend um so mehr alle Nahrungsstoffe möglichst gleichzeitig zu Gebot stehen; ist es daher nicht für ihre gleichmäßige, rasche Entwicklung nothwendig, daß wir sie gerade in der Jugend mit Nahrungsstoffen versehen?

35) Wenn das Wachsthum der Pflanzen durch äußere Einflüsse (zeitweiligen Mangel an Nahrung, Wärme, Feuchtigkeit rc.) zeitweise

gehindert wird, so wird die Zeit, innerhalb welcher die Pflanze vegetiren könnte, und die unter jedem Klima eine gegebene ist, um so viel verkürzt, um so viel weniger benützt und die Pflanze wird sich in gleichem Verhältniß weniger entwickeln; oder bringt ein solcher Stillstand in dem plastischen Leben der Pflanze außerdem noch einen positiv nachtheiligen Einfluß auf ihre Entwicklung mit sich?

36) Die Pflanze braucht außer ihrer Nahrung zu ihrer mittlern Entwicklung in den verschiedenen Stadien ihres Wachsthums je durch eine gewisse Zeit eine gewisse Durchschnittstemperatur. Welchen Einfluß übt caeteris paribus und bei Ueberfluß an Nahrungsmitteln 1° mehr oder weniger Durchschnittstemperatur in dieser Zeit auf die Entwicklung der Pflanze?

37) Wie wirkt es auf die Entwicklung der Pflanzen, wenn diese Durchschnittstemperatur am Anfang und Ende um einige Tage verlängert oder abgekürzt wird?

38) Ist es gleichgültig, ob diese Durchschnittstemperatur während der verschiedenen Stadien des Wachsthums der Pflanzen aus gleichmäßigen oder ungleichmäßigen Tagestemperaturen zusammengesetzt sey, abgesehen von der Pflanze nachtheiligen Temperaturextremen?

39) Wie verhalten sich die verschiedenen Kulturpflanzen zu den vorhergehenden drei Fragen?

40) Wir können den Mangel an Wärme (wohl meistens in Begleitung von Licht und Elektricität) bei der Entwicklung der Pflanzen bis auf einen gewissen Grad durch vermehrte Zufuhr von Mist ersetzen. Wir können durch stärkere Mistdüngung oder durch sogenannten hitzigen Dünger in rauhem Klima Ernteerträge erzielen, die wir auf gleichem Boden in mildem Klima mit weniger Mistaufwand erreichen. Wir sehen auf Wiesen, welche im Herbste durch Schafe gepfercht werden, die Vegetation trotz der täglich abnehmenden Temperatur, bei der die andern Wiesen absterben, auf's Neue erwachen; ja, wir sehen sie lange in den Winter hinein grünen, ähnlich wie an solchen Stellen, an welchen Quellen von gewöhnlicher Quelltemperatur fließen.

Wir sehen ebenso auf hohen Gebirgen über der Waldregion, wo wegen des rauhen Klima's die Gräser nur noch abgeweidet werden, weil ihre kleine Masse des Mähens nicht mehr werth ist, an den Stellen, wo das Weidvieh täglich gemolken wird, oder in der Nähe der Sennhütten, bis der Winter eintritt, einen üppigen Graswuchs durch die übermäßige Menge von Mist, welchen aber ebendeßhalb das Vieh auch nicht frißt, wie das durch den Pferch hervorgetriebene junge Gras. Bewirkt nun diese Ausgleichung der Wirkung des Klima's bezüglich des Wachsthums der Pflanzen der Mist durch seine Wärme, die bei seiner Verwesung entsteht? Oder ist es die große Menge von Humus mit seiner dunkleren Farbe? Könnte dann letzterer durch Kohle allein ersetzt werden? Oder setzen die Pflanzen ihre Ernährung durch ihre Wurzeln aus dem in seiner Temperatur gleichmäßigeren Boden fort, während ihre Blätter bei der niedrigen Lufttemperatur weniger oder oft gar nicht thätig sind? Oder wirken endlich alle drei Umstände zusammen?

41) Eine Düngung mit verfaultem Mist von 49,086 Kil. per Hektare auf fünf Jahre enthielt nach Boussingault 3637,6 Kil. Kohlenstoff und 203,2 Kil. Stickstoff, welche aus der Verwesung des Mistes allmählig als Kohlensäure und Ammoniak hervorgehen. Durch die Brachbearbeitung, mit deren erster Furche dieser Mist untergebracht wird, wird die Verwesung wesentlich beschleunigt und wird hiedurch ein gewisses Quantum dieser Nahrungsmittel frei. Wenn der Thon das Ammoniak nicht zurückhalten und wenn die Kohlensäure nicht mit anderer Luft zwischen den Bodentheilen mechanisch zurückgehalten würde, würden sich beide in die Atmosphäre verflüchtigen.

Wie groß ist nun die Menge Kohlensäure und Ammoniak, welche während der Brachbearbeitung bei einer gewissen Durchschnittswitterung auf den verschiedenen Bodenarten aus dem gegebenen Mist frei wird?

42) Wie viel ist Thon im Boden erforderlich, um eine gewisse Menge des Ammoniaks zu binden? Wie viel können die verschiedenen Bodenarten Kohlensäure zwischen sich halten?

43) Wie viel bildet sich Kohlensäure und Ammoniak aus dem Mist, wenn der Boden in dieser Zeit nicht bearbeitet wird? Wie viel bildet sich, wenn eine oder die andere Pflanzenart ihn beschattet? Wie viel, wenn diese Pflanze bearbeitet wird oder nicht?

44) Wie verhält sich die Qualität der geernteten Pflanzenstoffe auf einem und demselben Boden von ein und derselben Pflanzenart in nassen und trockenen Jahrgängen, oder in einem trockenen Jahrgang auf mit bloßem Regenwasser starkbewässerten und auf gar nicht bewässertem Boden?

45) In welchem Grade befördern oder hemmen die verschiedenen Bodenarten diesen Einfluß der Nässe und Trockenheit der Witterung?

46) Die Vegetation der Wiesen, und zwar einer und derselben, ist nicht in allen Jahrgängen gleich, je nachdem die eine oder die andere Pflanzenart durch die Witterung mehr oder weniger begünstigt wird. Schon der gewöhnliche Bauer beachtet dieses Verhältniß, indem er aus der Farbe, in welcher die Wiese vorherrschend blüht, prophezeit, welche Qualität und Quantität das künftige Heu haben werde. Die Wiesen blühen vorherrschend gelb, roth oder weiß in verschiedenen Jahrgängen; im ersten Fall sind die Ranunkeln, der Löwenzahn, der Wundklee, Hopfenklee &c., auf feuchten Wiesen wohl auch das Trollium, im zweiten Fall Cardamine, später der Wiesenklee, im dritten Fall die Wucherblume, der weiße Klee vorherrschend. Die Zusammensetzung des Heus ist jedenfalls in den verschiedenen Jahrgängen eine sehr verschiedenartige und wenn auch die einzelnen Pflanzen in der Zusammensetzung ihrer Stoffe sich selbst gleichbleiben, so hat schon das Vorherrschen der einen oder andern Pflanzenart großen Einfluß auf Qualität und Quantität des Futters.

Welche der gewöhnlichen Wiesenpflanzen werden nun besonders durch trockene, mittlere oder nasse Frühlingswitterung mehr oder weniger begünstigt?

47) Sollte vielleicht auf der natürlichen Wiese eine Art natürlichen Pflanzenwechsels stattfinden?

48) Nach der vorstehenden Abhandlung läßt sich der Fruchtwechsel aus folgenden Gründen zum Theil erklären:

1) Daß verschiedene Pflanzen auch verschiedene Nahrungsmittel überhaupt in verschiedener Menge brauchen, und daher einer andern nachfolgenden davon mehr oder weniger wegnehmen oder im Boden zurücklassen;

2) daß verschiedene Pflanzen die atmosphärischen Nahrungsmittel mehr aus der Luft, andere sie mehr aus dem Boden ziehen;

3) daß die eine Pflanze längere, die andere kürzere Wurzeln hat und daher jede aus verschiedenen Schichten der zertrümmerten Gebirgsarten (Boden und Untergrund) ihre Nahrungsmittel entnehmen;

4) daß manche Pflanzen in ihren Resten viele Nahrungsmittel im Boden hinterlassen, die zugleich als Quelle von Ammoniak und Kohlensäure dienen;

5) daß manche Pflanzen mehr Nahrungsstoffe aus dem tiefen Untergrund und aus der Luft zugleich entnehmen, als in ihrem abgeernteten Theil enthalten ist, so daß sie dem Boden selbst in ihren Resten aus dem Untergrunde und der Luft mineralische und atmosphärische Nahrungsmittel zuführen;

6) daß die verschiedenen Pflanzen den Boden in verschiedenem mechanischen oder physikalischen Zustand hinterlassen und ihnen selbst oder andern dieser Zustand mehr oder weniger günstig oder ungünstig ist.

1 — 5 sind Gründe, die sich aus der Ernährung der Pflanzen erklären, die sich alle durch Zuschuß von Mist mehr oder weniger überwinden lassen, wenn man denselben unzweckmäßig anwenden oder dessen Ueberfluß beseitigen will. Auch der geeignete mechanische oder physikalische Zustand des Bodens läßt sich durch künstliche Mittel für die meisten Pflanzen herstellen, nur häufig mit unzweckmäßigen Opfern. Mehrere Regeln der Fruchtfolge lassen sich aber mit allem Mist und aller Bearbeitung des Bodens eben nicht überwinden

und ich hoffe daher von den Naturwissenschaften die Untersuchung der Frage, welche weitere Ursachen hier noch mitwirken?

49) Durch welche Mittel kann die öftere Wiederkehr des Klee's auf derselben Stelle mit Erfolg bewerkstelligt werden?

50) Endlich spricht der eine Naturforscher von einer Lebenskraft der Pflanzen, der andere negirt sie und will das ganze Pflanzenleben aus den bekannten Naturgesetzen erklären, obwohl wir z. B. bis jetzt nicht im Stande sind, die Kohlensäure so zu zerlegen wie die Pflanzen u. s. w. Wer hat Recht?

Verbesserungen.

Seite 22 Linie 7 von oben lies einiger statt ein Ueberschuß.
„ 23 „ 22 „ „ „ dieselben statt dieselbe.
„ 35 „ 11 „ „ „ englischen Acren statt englische Acre.
„ 35 „ 14 „ „ „ die Aschenbestandtheile statt der Aschenbestandtheile.
„ 50 „ 10 „ „ „ die hinter statt den hinter.
„ 65 „ 1 „ „ „ 195 Tage statt 105 Tage.
„ 68 „ 12 „ „ setze Komma statt Semikolon.
„ 95 „ 7 „ „ sind die Worte „der Boden erhält“ um eine Linie höher zu setzen.
„ 109 „ 2 „ unten lies (P. 19) statt (S. 19).
„ 122 „ 2 „ oben „ im Boden statt am Boden.
„ 122 „ 4 „ „ „ haben statt hat.
„ 128 „ 2 „ „ „ Brennmaterial statt Brennmatertal.
„ 128 „ 4 „ unten „ die statt dle.
„ 142 „ 7 „ oben „ Verkauf statt Berkauf.
„ 144 „ 1 „ unten „ weißt statt reißt.
„ 146 „ 13 „ „ setze Komma statt Semikolon.
„ 146 „ 12 „ „ „ nach „beträgt“ u. s. w.
„ 148 „ 11 „ „ lies den folgenden statt die folgenden.

Verbesserungen.

Seite 22 Linie 7 von oben lies einiger statt ein Ueberschuß.
„ 23 „ 22 „ „ „ dieselben statt dieselbe.
„ 35 „ 11 „ „ „ englischen Acren statt englische Acre.
„ 35 „ 14 „ „ „ die Aschenbestandtheile statt der Aschenbestandtheile.
„ 50 „ 10 „ „ „ die hinter statt den hinter.
„ 65 „ 1 „ „ „ 195 Tage statt 105 Tage.
„ 68 „ 12 „ „ setze Komma statt Semikolon.
„ 95 „ 7 „ „ sind die Worte „der Boden erhält" um eine Linie höher zu setzen.
„ 109 „ 2 „ unten lies (P. 19) statt (S. 19).
„ 122 „ 2 „ oben „ im Boden statt am Boden.
„ 122 „ 4 „ „ „ haben statt hat.
„ 128 „ 2 „ „ „ Brennmaterial statt Brennmatertal.
„ 128 „ 4 „ unten „ die statt dle.
„ 142 „ 7 „ oben „ Verkauf statt Berkauf.
„ 144 „ 1 „ unten „ weißt statt reißt.
„ 146 „ 13 „ „ setze Komma statt Semikolon.
„ 146 „ 12 „ „ „ nach „beträgt" u. s. w.
„ 148 „ 11 „ „ lies den folgenden statt die folgenden.